Historia
M·Í·N·I·M·A

El evolucionismo

MIGUEL ÁNGEL PUIG-SAMPER

EL COLEGIO DE MÉXICO

Los contenidos de este libro pueden ser reproducidos en todo o en parte, siempre y cuando se cite la fuente y se haga con fines académicos y no comerciales

HISTORIA MÍNIMA
DEL EVOLUCIONISMO

Colección
Historias Mínimas

Director
Pablo Yankelevich

Consejo editorial
Soledad Loaeza
Carlos Marichal
Óscar Mazín
Erika Pani
Francisco Zapata

HISTORIA MÍNIMA
DEL EVOLUCIONISMO

Miguel Ángel Puig-Samper

EL COLEGIO DE MÉXICO

599.938
P9797h

Puig-Samper, Miguel Ángel
Historia mínima del evolucionismo / Miguel Ángel Puig-Samper -- 1a. ed. -- Ciudad de México : El Colegio de México, 2019.
322 p. ; il. ; 21 cm -- (Colección Historias mínimas)
Incluye bibliografía

ISBN 978-607-628-927-3

1. Evolución humana -- Obras de divulgación. 2. Evolución (Biología) -- Obras de divulgación. 3. Seres humanos -- Origen -- Obras de divulgación. 4. Evolución social -- Obras de divulgación. I. Ser.

Creative Commons

Historia mínima del evolucionismo
Miguel Ángel Puig-Samper

Primera edición, octubre de 2019

DR © El Colegio de México, A.C.
Carretera Picacho-Ajusco 20
Ampliación Fuentes del Pedregal
Alcaldía Tlalpan
14110 Ciudad de México
www.colmex.mx

ISBN 978-607-628-927-3

Impreso en México

ÍNDICE

Agradecimientos
10

Introducción
11

1. El joven Darwin y el viaje en el *Beagle*
15

2. El evolucionismo predarwinista
50

3. La génesis de la nueva teoría evolutiva
76

4. El origen del hombre y la selección sexual
102

5. La expresión de las emociones en el hombre y en los animales
140

6. La obra botánica de Darwin
166

7. El darwinismo social
187

8. La recepción del evolucionismo
en Europa, América Latina y Oriente
202

9. El redescubrimiento de las leyes de Mendel
y la teoría cromosómica de la herencia
245

10. De la síntesis moderna al descubrimiento del ADN
259

11. Un apunte final: el nuevo registro fósil
de la humanidad y el evolucionismo
292

Cronología
303

Bibliografía
311

A mis dos guías,
Carmen, mi madre, y Chelo, mi amor

Por el camino encubierto entramos mi guía y yo,
buscando el claro mundo;
y, sin querer descanso, a descubierto subimos,
él primero y yo segundo;
y entonces pude ver las cosas bellas
que el cielo da, por un hueco rotundo:
y otra vez contemplamos las estrellas.

DANTE ALIGHIERI, *Divina Comedia*: Infierno, Canto XXXIV

AGRADECIMIENTOS

La primera obligación en un libro como este, dedicado al estudio de la teoría evolutiva con una perspectiva histórica y una ambición divulgativa, es agradecer a todos los autores que he utilizado en mis largas lecturas su sabiduría, que queda reconocida en la bibliografía final de este ensayo. En primer lugar quiero agradecer a Pablo Yankelevich, director de esta colección de El Colegio de México, su apuesta por abrir una nueva línea de historia de los saberes, y a Clara Lida por su impulso inicial al recibir el encargo por parte de su institución. También quiero dejar constancia de mi agradecimiento a Carlos Marichal, Vanni Pettinà, Graciela Zamudio y Rosaura Ruiz, siempre grandes anfitriones en Ciudad de México. Además, quiero expresar mi gratitud a mis primeros lectores por su paciencia y agudeza en sus sugerencias, comenzando por mis hijos Inés y Gonzalo, quienes desde el mundo del derecho y de la ingeniería se atrevieron a realizar una prueba de lectura sobre un tema bastante ajeno, dándome muchas claves de lo que se necesitaba para hacer más comprensible este libro. Asimismo quiero agradecer su lectura y revisión a Consuelo Naranjo Orovio, mi experta favorita, y a mis amigos y colegas Armando García, Carmen Ortiz, Susana Pinar, Loles González-Ripoll, Alejandra Golcman, Rafael Huertas y Francisco Pelayo, con algunos de los cuales he preparado versiones preliminares de algunos de los capítulos presentados en este libro. Finalmente, todo mi cariño y gratitud para Eugenia Huerta y Antonio Bolívar, grandes amigos y Antonio excelente corrector de este texto.

INTRODUCCIÓN

Este libro supone un ejercicio experimental para mí como autor, siempre más centrado en el ejercicio literario de escribir de una manera muy académica, con todo el aparataje de notas y citas, ahora liberado en cierta medida por la posibilidad de hacer un ensayo de amplia divulgación. A pesar de esta circunstancia me ha parecido conveniente mantener la voz de muchos de los autores comentados en esta historia del evolucionismo por entender que hacía más rica la descripción de sus tesis y nos permitía situarnos mejor en su momento histórico. He intentado historiar el evolucionismo desde sus inicios, quizá con una inclinación al mundo de Charles Darwin, inevitable dada la importancia de su teoría evolutiva, aun hoy paradigma de la biología contemporánea, perfeccionada por la genética, los hallazgos paleontológicos y la biología molecular. Esto no implica que no me haya acordado de autores anteriores como Jean-Baptiste de Lamarck, coetáneos como Herbert Spencer, o de otros que se han opuesto a algunas de las tesis de Darwin y que al menos han discutido algunos de sus principios, como Richard Owen y Piotr Kropotkin. También encontraremos a los críticos del neodarwinismo y la síntesis moderna, entre los que encontramos a Motoo Kimura, Niles Eldredge, Stephen Jay Gould o Dorion Sagan y Lynn Margulis, con el propósito de dar a conocer la historia del evolucionismo.

Me ha parecido oportuno comenzar esta historia con el viaje del joven Darwin en el *Beagle*, por ser el punto de arranque de la reflexión sobre el mundo natural y su evolución, aunque por supuesto el naturalista británico no fue plenamente consciente de lo

que había visto hasta un poco más adelante. Precisamente el propio Darwin nos indicó en su obra qué autores habían influido en su pensamiento evolutivo y ese ha sido el hilo conductor del segundo capítulo de este libro, al comentar cómo fue el evolucionismo predarwinista, teniendo en cuenta no solo los grandes nombres conocidos en la historia de la biología sino aquellos otros que han pasado inadvertidos para la mayoría pero fueron resaltados por nuestro naturalista.

Como ya he indicado, Charles Darwin tiene un gran peso en esta historia, tanto que bien podría titularse historia del darwinismo, pero he preferido dar un título más amplio dado que hablamos de muchos autores que pensaron en el origen y la evolución de las especies, con diferentes concepciones pero ofreciendo siempre una teoría dinámica y con una concepción espacio-temporal nueva, frente a las ideas de la clásica historia natural que describía el mundo de una manera fija y estática. La génesis de su pensamiento evolutivo se trata en el tercer capítulo para poder entender bien sus principales obras, *El origen de las especies*, *El origen del hombre* y su obra botánica. He querido dedicar además un capítulo a una obra poco conocida y valorada como es *La expresión de las emociones en el hombre y en los animales*, que considero esencial en los estudios de psicología y da una visión evolucionista de las expresiones humanas acercándolas a las que podemos ver en otros animales, una perspectiva muy querida por Darwin, quien consideraba las diferencias del hombre con otros seres vivos como diferencias en grado más que en cualidad.

Capítulo aparte merece nuestra atención en las derivaciones de la teoría evolutiva hacia lo social, el llamado darwinismo social, muy discutido y utilizado con diversos fines de carácter ideológico para justificar las diferencias sociales o dar un contenido supuestamente científico a teorías discriminatorias, aunque también usado a veces desde perspectivas más progresistas.

Un capítulo que considero esencial en esta historia mínima es la recepción del evolucionismo en Europa, América Latina y Orien-

te, aunque quizá habría que hablar de recepción, recreación y circulación de las teorías evolutivas en un mundo global. Veremos, sin duda, cómo las sociedades marcan de manera significativa las teorías, las reinterpretan y son capaces de generar otras hipótesis de trabajo desde mundos considerados antiguamente como periféricos.

Los dos siguientes capítulos se dedican al estudio del redescubrimiento de las leyes de Mendel y su impacto en la teoría evolutiva clásica, la creación de la teoría cromosómica y la gestación de la conocida como síntesis moderna hasta llegar al hallazgo del ADN. Es evidente que la nueva biología molecular ha dado un giro importante en la teoría de la evolución y nos seguirá deparando sorpresas al poder analizar la evolución de las especies con otra mirada.

Finalmente he querido recrear un aspecto que siempre nos llama la atención y que ha sido de gran relevancia en la gestación de la teoría evolucionista, como es el estudio del registro fósil de la humanidad tras los recientes descubrimientos en diferentes partes del mundo de restos de nuestros antepasados.

1
EL JOVEN DARWIN Y EL VIAJE EN EL *BEAGLE*

LA EDUCACIÓN DE UN NATURALISTA

Charles Robert Darwin, el genial creador de la teoría evolucionista que cimentó la moderna biología, nació en 1809 en Shrewsbury, Inglaterra, en el seno de una familia con cierta tradición científica, sobre todo en el campo de la medicina. Su abuelo Erasmus figura en el panteón de los precursores del evolucionismo por su obra *Zoonomia*, en tanto que su padre, Robert, se dedicó a la práctica médica en el propio Shrewsbury.

Aunque pudiera pensarse lo contrario, por la inmensa obra que con los años fue desarrollando, el rendimiento escolar de Charles estuvo por debajo de la media, por lo que Julian Huxley afirma que nunca hubiera podido acceder a una universidad en la época actual. A pesar de esto, parece que su vocación como naturalista fue bastante temprana, ya que en la escuela primaria comenzó a coleccionar animales, plantas y minerales. En 1825 completó su primera formación en el colegio de su ciudad natal, donde —según el propio Darwin— recibió una educación totalmente inútil: "Nada pudo haber sido más pernicioso para mi desarrollo intelectual que el colegio humanístico del doctor Butler, pues era exclusivamente clásico…"

La tradición familiar obligó al joven Darwin a trasladarse en 1825 a Edimburgo, con la finalidad de estudiar la carrera de medicina en la prestigiosa universidad de la ciudad. El objetivo familiar fue imposible de alcanzar, ya que Darwin no era capaz de soportar la visión de la sangre y la asistencia a las operaciones quirúrgicas.

Los dos años en Edimburgo le permitieron, sin embargo, ponerse en contacto con algunos especialistas en historia natural y dar, como ha señalado Desiderio Papp, las primeras pruebas activas como naturalista. En la institución científica Plinian Society, fundada por el profesor Robert Jameson —el editor británico de las obras de Cuvier para las discusiones de sus alumnos— presentó el joven Darwin dos descubrimientos: demostró que lo que se creía que eran huevos de la flustra —un briozoario marino—, eran larvas ciliadas; y por otro lado, que las pretendidas semillas del alga *Fucus loreus* eran los óvulos de la pequeña sanguijuela *Pontobdella muricata.* Asimismo trabó amistad con los zoólogos William MacGillivray y Robert Edward Grant, quien más tarde llegaría a ser profesor de Anatomía comparada en Londres. Según el testimonio del propio Darwin, Grant fue uno de los personajes que le hizo conocer la teoría transformista de Lamarck:

> Yo le escuché en silencio, sin impresionarme mayormente. Poco antes había leído la *Zoonomia* de mi abuelo Erasmus, obra que defendía ideas semejantes a las de Lamarck, sin que estas me hubiesen atraído. Pese a ello, no es improbable que el conocimiento temprano de esta doctrina iba a favorecer, años después, mi proyecto de exponer sobre una base muy diferente la teoría de la evolución.

En 1828 quedó truncada la carrera médica de Charles, quien por consejo de su padre se dirigió a Cambridge para seguir los estudios necesarios a fin de dedicarse a la carrera eclesiástica, lo que parece que tampoco logró colmar las aspiraciones intelectuales del aprendiz de científico que por entonces era el joven Darwin: "Durante los tres años en Cambridge perdí completamente el tiempo, lo mismo que en Edimburgo y en el colegio."

Esta afirmación no parece del todo cierta, si tenemos en cuenta que fue en Cambridge donde pudo desarrollar su talento como naturalista, gracias a las influencias positivas del profesor Adam

Sedgwick en el campo de la geología y de John Stevens Henslow en el de la botánica. Con ellos hizo excursiones por la campiña inglesa y aprendió a observar atentamente la naturaleza, tanto por su experiencia directa como por las lecturas de historia natural que realizó en esta época, entre las que siempre se ha destacado la obra de Alexander von Humboldt, paradigma de la historia natural romántica. Aunque Darwin, como hemos visto, nunca se mostró muy satisfecho de la formación que había recibido, alcanzó el título de Bachelor of Arts de Cambridge en 1831, después de realizar un examen sobre la obra de William Paley, *Pruebas del cristianismo*, que, según el mismo Darwin, resultó de gran utilidad para la educación de su mente.

EL NATURALISTA EN EL *BEAGLE*

Aunque todo parecía indicar que Darwin no pasaría de ser un discreto naturalista con un sueño lejano de visitar las islas Canarias, especialmente el pico de Tenerife, por influencia de Humboldt, y con cierta afición a la caza, así como a llevar una existencia fácil apoyada en la fortuna familiar, se produjo un acontecimiento que le marcaría como persona y como científico el resto de su vida. Cuando se encontraba disfrutando de sus vacaciones a finales de agosto de 1831, poco después de obtener su titulación en Cambridge, le llegó una carta de su antiguo profesor John Stevens Henslow, a la que acompañaba otra del matemático y astrónomo George Peacock, en la que se le ofrecía el cargo de naturalista sin sueldo a bordo del *Beagle*, un barco de tres mástiles y dotado de diez cañones, para hacer un viaje alrededor del mundo, siempre que fuese aceptado por el capitán del buque, Robert Fitz Roy, quien por otra parte había pensado en su amigo el novelista Harry Chester como primera opción para acompañarle.

Darwin tuvo muchas dudas antes de aceptar el puesto, ya que según él existía "un riesgo real para la salud y la vida" y sobre todo

por la oposición inicial de su padre, que consideraba este viaje como un obstáculo para la vida de clérigo de su hijo, además de su falta de costumbre de navegar y la posibilidad de disensiones con su compañero íntimo de viaje, el capitán Fitz Roy. Finalmente, gracias al apoyo de su tío Josiah Wedgwood y la aprobación definitiva de su padre, que le consideraba un hombre de gran curiosidad, pudo seguir los consejos de Henslow, quien le había escrito:

> Considero a usted la persona más capacitada de cuantas conozco… Digo esto no porque sea un naturalista consumado, sino porque está holgadamente capacitado para reunir, observar y apuntar todo lo que sea digno de señalar en el campo de la historia natural… No se atormente con dudas y temores acerca de su falta de aptitud; yo le aseguro que es usted precisamente el hombre que ellos están buscando.

Estas palabras resultaron ser proféticas. El 1 de septiembre de 1831 Darwin confirmaba a Francis Beaufort su aceptación y el 5 de septiembre, tras una breve entrevista con el capitán Fitz Roy —personaje de moralidad y costumbres bastante estrictas—, obtuvo el puesto de acompañante naturalista del *Beagle*, ya que oficialmente el cirujano Robert McCormick, calificado por él como "un asno", estaba encargado de las recolectas y el joven Charles debía pagar incluso el rancho. Las misiones principales del *Beagle*, un pequeño y lujoso barco en opinión de Darwin, fascinado por sus acabados en caoba y preocupado por la posible falta de espacio, consistían en la realización de trabajos cartográficos en la costa americana, especialmente en la Tierra del Fuego y la Patagonia, y de determinación de la longitud, para lo cual debían hacer diferentes mediciones en este viaje alrededor del mundo. El capitán Fitz Roy, que le ofreció su propio camarote, sus libros e instrumentos científicos, narraba en su *Diario* cómo se había producido la contratación del joven Darwin:

> Preocupado porque no se perdiese oportunidad alguna de recoger información útil durante el viaje, propuse al hidrógrafo que buscase alguna persona bien educada y científica que compartiese las comodidades que yo podía ofrecer, con el fin de aprovechar la oportunidad de visitar territorios distantes poco conocidos aún. El capitán Beaufort aprobó la sugerencia y escribió al profesor Peacock, de Cambridge, quien consultó con su amigo, el profesor Henslow, y este propuso al Sr. Charles Darwin, nieto del doctor Darwin, el poeta, como un joven de talento prometedor, extremadamente versado en geología y en todas las ramas de la historia natural. Por consiguiente, se hizo al Sr. Darwin el ofrecimiento de ser mi huésped a bordo, lo que aceptó con algunas condiciones.

Los preparativos del viaje fueron para Darwin fáciles y rápidos, ya que consideraba que con unas quinientas libras y un sencillo equipaje, compuesto de ropa, libros —entre ellos un manual de taxidermia—, un microscopio, una brújula, dos buenas pistolas y un rifle, todo estaría resuelto, puesto que también podría hacer uso de los instrumentos del capitán, como los cronómetros, el telescopio con brújula, el clinómetro, la cámara oscura, etc. o de sus libros de matemáticas que pretendía estudiar en estos años. Entre los libros que le acompañaron durante el viaje aparecían la Biblia, libros de español y los diarios de Humboldt, recomendados por su antiguo profesor Adam Sedgwick. La influencia de Humboldt en Darwin fue una constante en el viaje, especialmente en la fascinación estética y la manera de describir los sentimientos ante la asombrosa naturaleza americana. Incluso antes del viaje, en una carta dirigida a su primo y amigo William Darwin Fox el 19 de septiembre de 1831 desde su residencia en el número 17 de Spring Gardens en Londres, le comentaba:

> Tengo instantes de verdadero entusiasmo en uno u otro momentos, cuando pienso en los cocoteros y los cacaoteros, las palmas y helechos tan elegantes y bellos: todo nuevo, todo sublime. Y si vivo años después para verlo en perspectiva, ¡qué grandes serán los

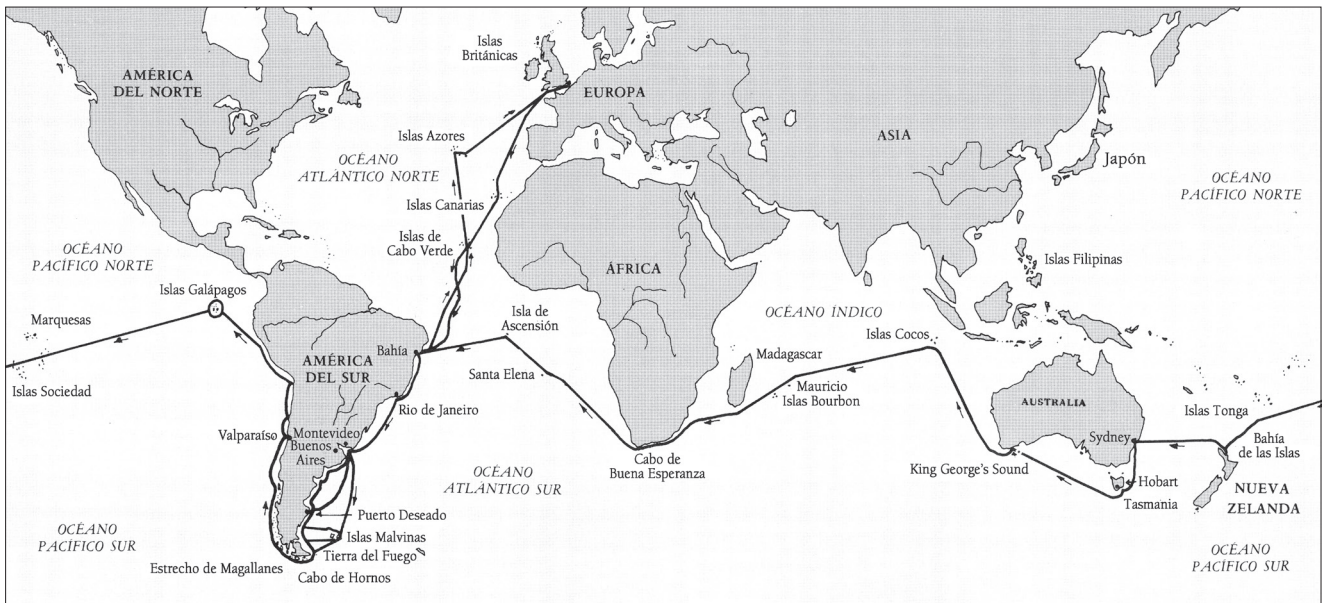
> recuerdos! ¿Conoces a Humboldt? (Si no, ¿qué esperas para conocerlo?). Con qué intenso placer mira hacia atrás a esos días empleados en los países tropicales.

En cuanto a su preparación como coleccionista le preocupaban especialmente la formación y conservación de las colecciones de plantas y aves, algo que comunicó a Henslow de manera divertida y algo dramática: "¿Me daría usted las instrucciones más minuciosas como si se las estuviera dando a un salvaje de Tahití?".

Sin duda su profesor Henslow fue su principal mentor y protector para este viaje, dirigiendo en cierto sentido cada uno de los pasos importantes de la carrera del nuevo naturalista. Fue él quien le regaló el primer volumen de los *Principles of Geology* de Lyell, una de las fuentes de inspiración de la teoría darwiniana. Además mantuvo una activa correspondencia con el joven Darwin, tanto para asuntos científicos como para mantenerle al día de las noticias políticas o sociales de Inglaterra, aunque siempre dudando del interés de su pupilo, convertido en una especie de fueguino, más cercano según él a las meditaciones acerca de las sirenas o los peces voladores. Poco antes de la salida del *Beagle*, Darwin se dirigía a su maestro para agradecerle todo cuanto había hecho por él desde los tiempos de Cambridge.

La elección de Darwin para este fabuloso viaje a un mundo exótico fue celebrada por sus amigos y colegas como una oportunidad única de conocer ese mundo tan desconocido todavía en Europa. Algunos, como el clérigo Frederick Watkins, conocedores de su compulsiva afición recolectora, bromeaban sobre la desgraciada suerte de sus futuras presas, destinadas a los museos de Londres:

> Nunca pensé tan bien de nuestro gobierno actual como cuando escuché que habían seleccionado a Charles Darwin como naturalista del gobierno y que sería transportado (con placer, desde luego) durante tres años —¡horror!— hacia los escarabajos de Sudamérica —¡horror!—, hacia todas las mariposas tropicales.



Ruta del *Beagle*.

A pesar de que el tiempo de espera no fue demasiado largo, es cierto que hasta la salida del buque, Darwin se mostró especialmente inquieto, ya que intuía la importancia que para él tendría este periplo, tal como lo expresaba al capitán Fitz Roy en octubre de 1831: "¡Qué glorioso será para mí el 4 de noviembre! Comenzará entonces mi segunda vida y será como si fuera mi cumpleaños para el resto de mis días."

En espera de buen tiempo, finalmente el 27 de diciembre de 1831 zarpó el *Beagle* desde el puerto inglés de Plymouth, rumbo a las pequeñas islas del Atlántico —Madeira, Canarias y Cabo Verde— y a las costas brasileñas; primeras escalas de un viaje en el que Darwin visitaría, entre otros lugares, los territorios del Río de la Plata, las islas Malvinas, la Tierra del Fuego, Chile, Perú, el archipiélago de las Galápagos, Tahití, Nueva Zelanda, Australia, Tasmania, etc. Esto le permitió tener una visión biogeográfica indispensable para el futuro desarrollo de su teoría de la evolución de las especies.

LAS ISLAS ATLÁNTICAS

El día 4 de enero de 1832 el *Beagle* pasaba junto a Madeira y dos días más tarde llegaba al puerto de Santa Cruz de Tenerife, para alegría de Darwin por dejar atrás el mareo del buque e intentar cumplir su sueño de ver y alcanzar el pico del Teide como habían hecho muchos viajeros antes que él, especialmente su admirado Humboldt, a quien releía en esos días recordando las maravillosas vistas de las islas Canarias. El desencanto llegó casi de inmediato para el naturalista inglés, como le contaba a su padre en el mes de febrero de 1832: "Quizá pueda usted imaginar nuestra desilusión cuando un hombrecito pálido nos informó que debíamos guardar una estricta cuarentena."

La situación desembocó en una orden tajante del capitán Fitz Roy de abandonar la isla con un "larguen el foque" y ya navegando

entre la isla de Tenerife y la de Gran Canaria tuvo Darwin el placer de observar el pico del Teide entre las nubes, como en otro mundo, según su expresión. El propio capitán comentaba en su Diario la gran desilusión que supuso para el joven naturalista el no poder desembarcar en Tenerife, algo que consideró una gran calamidad.

La primera escala que realizó el *Beagle* fue el 16 de febrero en Porto da Praia, capital de la isla de Santiago, en el archipiélago de Cabo Verde. El recuerdo de Darwin sobre su corta estancia en Cabo Verde se refiere a la primera confirmación práctica de las teorías de Lyell, cuyo libro no había dejado de estudiar desde su salida de Inglaterra: "Estoy orgulloso de recordar que el primer lugar donde efectué observaciones geológicas, a saber, en Santiago, me convencí de que los principios de Lyell eran muy superiores a aquellos propuestos en los demás tratados que yo conocía."

Hay que recordar que, aunque Lyell no fuera partidario de los procesos evolutivos en biología en un primer momento, su obra influyó de manera decisiva en el pensamiento darwiniano. Como ha señalado Michael Ruse en 1983, su teoría tiene tres dimensiones fundamentales que, en gran medida, se enfrentaron con las ideas dominantes en la geología de su época. La primera es la conocida como actualismo, según el cual las transformaciones geológicas ocurridas en el pasado eran explicables por los mismos mecanismos que ocurren en la actualidad. La segunda dimensión es el uniformismo, por el que se afirmaba que los fenómenos geológicos del pasado eran no solo de la misma naturaleza que los actuales, sino que también eran de la misma magnitud, con lo cual se rechazaba la idea de las "catástrofes" que algunos geólogos, con la ayuda de Cuvier, mantenían para explicar los cambios en la corteza terrestre. Además, se abría la puerta a la posibilidad de cambios pequeños y graduales para explicar la historia de la Tierra, cuya edad se suponía mucho más elevada. Por último, Lyell sugería un equilibrio dinámico para los fenómenos geológicos, de forma que existía un proceso constante de creación y destrucción en la naturaleza, que no implicaba una dirección precisa de progreso.

Darwin expresaba su alegría en Porto da Praia por la gran colección de objetos de historia natural recolectados, sus primeros paseos bajo los cocoteros y por lo agradable de hacer tareas de geólogo en un lugar volcánico. En la costa pudo recoger además un pulpo que según Darwin poseía el poder maravilloso de cambiar de color, como si fuera un camaleón, acomodándolo al suelo por el que paseaba, un fenómeno aparentemente nuevo para la ciencia.

El 26 de febrero narraba a su padre lo sucedido al pasar la línea ecuatorial y sufrir el afeitado por parte de los marineros: "Esta operación enteramente desagradable consiste en que embarren tu cara con pintura y alquitrán, que forma una espuma para un serrucho que se supone que sirve de navaja y después te medio ahogan en una vela llena de agua salada."

LA LLEGADA A AMÉRICA

Tras una breve escala en los islotes de São Paulo, repletos de aves marinas indiferentes a la presencia humana, Darwin llegó al continente americano, exactamente a la espléndida ciudad de Bahía, cuyo paisaje le pareció extraído de *Las mil y una noches*:

> ¡Qué delicioso día! Pero la palabra delicioso es demasiado débil para expresar los sentimientos de un naturalista que, por primera vez, va errante por una selva brasileña. La elegancia de las hierbas, la novedad de las plantas parásitas, la belleza de las flores, el deslumbrante verde de las hojas y, sobre todo, el vigor y el esplendor general de la vegetación, me llenan de admiración. Una extraña mezcla de ruido y de silencio reina en todos los lugares cubiertos de bosque. Los insectos hacen tal ruido, que puede oírseles desde el navío que ha echado anclas a muchos cientos de metros de la costa; sin embargo, en el interior del bosque parece reinar un silencio universal. Todo el que gus-

> ta de la historia natural experimenta en un día como aquel un placer, una alegría intensa que no puede esperar experimentar de nuevo.

En su visita a Rio de Janeiro, el 3 de abril de 1832, Darwin pudo seguir observando las maravillas naturales que Humboldt le había anunciado en sus escritos. La descripción al llegar a la ciudad aparece en una carta a su hermana Caroline:

> La vista es magnífica y mejorará con su conocimiento; en este momento es demasiado novedosa para contemplar montañas tan accidentadas como las de Gales, cubiertas de una vegetación perenne y con las cimas ornamentadas por la forma ligera de las palmeras. La ciudad, llamativa por sus torres y catedrales, está situada en la base de estas colinas y dispuesta junto a una amplia bahía, tachonada de buques de guerra cuyas banderas dan fe de todas las naciones.

El día 8 de abril Charles Darwin salió de la ciudad acompañando a un comerciante a una gran hacienda con el deseo de visitar la selva virgen, "no tocada por el ser humano" y poblada de animales salvajes. El naturalista fantaseaba en sus cartas sobre el terror que produciría en los suyos la idea de su posible enfrentamiento con los cocodrilos y los jaguares en las soledades de Brasil. Pocos días más tarde expresaba el placer infinito de contemplar las selvas, con sus flores y pájaros, y anunciaba el envío de su "diario habitual" a Inglaterra para recordar el viaje y sus pensamientos. Caroline confirmaba un año más tarde que este diario estaba bien guardado y había sido leído por gran parte de la familia Darwin con gran placer.

Desde la bahía de Botafogo anunciaba también que viviría por una temporada con el pintor Augustus Earle en un lugar retirado y muy bello, al que llegaron después de una pequeña desgracia en el desembarco:

> Al momento de desembarcar el bote se hundió, pues altas olas me golpearon y pusieron de cabeza y llenaron el bote. Nunca olvidaré mi agonía de ver todos mis libros de trabajo, mis papeles, instrumentos, microscopios, etc., pistola y rifle, todo flotando en el agua salada. Todo quedó algo estropeado, pero no demasiado.

A pesar de esta queja, siempre pesó más el esplendor de la selva brasileña, sus recolectas de seres nuevos para la ciencia y el gusto de estudiar las rocas como un geólogo consumado, gracias a las antiguas enseñanzas del profesor Sedgwick: "Nunca experimenté un placer igual. Admiré a Humboldt y ahora prácticamente le adoro. Es el único que da una idea de los sentimientos que surgen en la mente al entrar por primera vez en los trópicos."

El horror a la esclavitud también apareció en la estancia brasileña de Darwin, aunque siempre desde la perspectiva victoriana de un cristiano británico liberal, algo que continuamente contraponía al espíritu conservador del capitán del *Beagle*: "No seré un conservador aunque tan solo sea a cuenta de sus fríos corazones acerca del escándalo de todas las naciones cristianas: la esclavitud."

Llegaba Darwin a relacionar la geografía del paisaje con la esclavitud en frases muy elocuentes:

> No me había dado cuenta de cuán íntimamente está conectada la que podríamos llamar parte moral con el goce del paisaje. Tales ideas, al igual que la historia del país, la utilidad de los productos y más especialmente la felicidad de la gente, nos acompañan. Cambia al trabajador inglés por un pobre esclavo que trabaja para otro y ya no reconoces el mismo paisaje.

En su viaje con el irlandés Patrick Lennon para visitar su plantación de café escuchó horrorizado algunas historias sobre esclavos huidos, sus terribles castigos, el suicidio de una esclava arrojándose por un precipicio antes que ser esclavizada de nuevo, etc., hasta llegar a la plantación de Lennon, donde pudo comprobar de nuevo

el maltrato hacia la población esclava y las amenazas de su compañero de viaje de separar las familias negras a su servicio para venderlas en el mercado de Rio de Janeiro.

Pero en el *Diario de viaje de un naturalista* aparece el espíritu victoriano admirador del régimen patriarcal y del orden aplicado a una hacienda, Sossego, que visitó el 13 de abril en Brasil:

> Durante las comidas se necesitaba que hubiera un criado atento a echar del comedor una porción de perros viejos y algunas docenas de chicuelos negros que se colaban dentro aprovechando todas las ocasiones. Mientras pude alejar de mi pensamiento la idea de la esclavitud me parecía que había algo de fascinante en aquel modo de vivir sencillo y patriarcal; tan completo era allí el retiro e independencia del resto del mundo. Tan luego como se veía llegar a un extranjero se echaba a vuelo una gran campana y generalmente se disparaba un cañoncito. De esta suerte se anunciaba el suceso a las peñas y a los bosques, pero a nadie más. Una mañana salí a dar un paseo antes del amanecer, con ánimo de admirar la solemne quietud del paisaje; después de largo rato, el silencio fue interrumpido por el himno matinal, cantado en voz alta por toda la tropa de negros; y de este modo se iniciaba ordinariamente el trabajo de cada día. En *fazendas* como esta no dudo que los esclavos pasan la vida contentos y felices.

EL HALLAZGO DE SERES ANTEDILUVIANOS EN BAHÍA BLANCA

Fue en el Río de la Plata donde el naturalista haría algunos de sus más interesantes descubrimientos, además de maravillarse ante la apariencia europea de una gran ciudad como Buenos Aires, con la excepción de la presencia en sus alrededores de los famosos gauchos. Camino a Montevideo Darwin escribió sobre su régimen diario a bordo del barco:

> Desayunamos a las ocho y la máxima invariable es dejar de lado toda cortesía. Nunca hay que esperar a los demás y salimos en estampida en el momento en que ya hemos comido, etc. En el mar, cuando el tiempo está calmado, trabajo con los animales marinos, que abundan en todo el océano. Si el mar está encrespado o estoy enfermo, me las ingenio para leer acerca de un viaje o viajes. A la una se come. Ustedes están equivocados acerca de la manera en que se vive a bordo. Todavía no hemos probado (ni lo haremos) la salazón de ternera. Arroz, chícharos y calabazas son excelentes vegetales y con un buen pan, ¿quién puede pedir más?

En el verano de 1832 el *Beagle* se encontraba en Montevideo, desde donde Darwin realizó interesantes expediciones, y poco después ponía rumbo a Buenos Aires, capital del inmenso territorio cuyas costas se disponían a cartografiar. El aspecto de Darwin en el Río de la Plata, desencantado tras la exuberancia brasileña y el abandono de los trópicos, era divertido y curioso según su propia descripción: "Nuestras barbas van creciendo. En la actualidad mi cara se ve tan negra como la de un deshollinador a medio lavar. Con mis pistolas en el cinto y el martillo geológico en la mano, ¿no parezco uno de los grandes bárbaros?"

El 7 de agosto, durante la estancia del *Beagle* en Montevideo, Darwin tuvo la oportunidad de participar con sus pistolas en el apaciguamiento de un motín de las tropas negras de la ciudad y ocupar con parte de la tripulación del buque inglés el fuerte principal, una noticia que al parecer recogió en su momento el *Times*. Además de estas actividades bélicas, Darwin organizó el envío de sus colecciones a Henslow, entre las que destacó sus hallazgos de planarias coloridas de bosque seco y otras que vivían bajo las piedras, así como otros especímenes curiosos de historia natural que le hacían definirse como el barón de Münchhausen de los naturalistas. El día 15 del mismo mes, tras un mes sin recolectar, escribía a Henslow que acababa de regresar de una excursión como el arca

de Noé, con animales de todo tipo. Sobre las plantas —un motivo de preocupación para él— recibió en enero del año siguiente algunas instrucciones de Henslow, fascinado por las descripciones de Darwin: "Tu relato de la selva tropical es maravilloso y no puedo dejar de envidiarte [...] Haz que los especímenes sean tan perfectos como puedas, con *raíz, flores y hojas*, y no te equivocarás."

En Punta Alta, Bahía Blanca, Darwin realizó excavaciones que le condujeron al hallazgo de numerosos restos fósiles de animales gigantescos (*Mylodon*, *Megalonix*, *Scelidotherium*, etc.) que le recordaron especies actuales con modificaciones, como por ejemplo los numerosos armadillos, lo que más tarde le llevaría a decir: "Este admirable parentesco, en el mismo continente, entre muertos y vivos, arrojará más luz que ninguna otra clase de hechos sobre el origen y extinción de los seres vivos en nuestro planeta."

En una carta a su hermana Caroline, el 24 de octubre de 1832, le comentaba la gran impresión de este descubrimiento de huesos fósiles de animales enormes que los habitantes del lugar consideraban de antiguos gigantes:

> En estos dos meses mi fuente principal de placer procede de la historia natural. He sido maravillosamente afortunado con los huesos fósiles. Algunos de los animales deben haber sido de grandes dimensiones, y estoy seguro de que muchos de ellos son desconocidos, lo cual es siempre grato, pero con animales antediluvianos la cosa es doblemente grata. Encontré partes de curiosas capas de esos huesos que se atribuyen al *Megatherium*; como los únicos especímenes europeos están en Madrid (que originalmente provinieron de Buenos Aires, en 1798), solo esto es suficiente para que valgan la pena los tediosos minutos.

Sobre el *Toxodon* hizo interesantes observaciones, pues en esta especie encontraba reunidas las características de otras, lo que de alguna manera indicaba un posible parentesco ancestral de diferentes órdenes zoológicos:

> … finalmente el *Toxodon*, quizá uno de los animales más extraños que jamás haya descubierto yo; por su talla, este animal se parece al elefante o al megaterio, pero la estructura de sus dientes, tal como lo afirma el Sr. Owen, prueba incontestablemente que estaba aliado muy de cerca a los roedores, orden que comprende actualmente los cuadrúpedos más pequeños; por muchos aspectos se aproxima también a los paquidermos; en fin, a juzgar por la posición de sus ojos, de sus orejas y de sus narices, tenía probablemente aptitudes acuáticas, como el dugongo y el manatí, a los que también se aproxima. ¡Cuán asombroso es encontrar esos diferentes órdenes, hoy tan bien separados, confundidos en las diferentes partes de la organización del *Toxodon*!

EL DESCUBRIMIENTO DE LOS FUEGUINOS

La siguiente escala en la Tierra del Fuego, tras su paso por Bahía Blanca, Montevideo y Buenos Aires, fue siempre otro de los sueños del joven Darwin, que imaginaba una tierra salvaje habitada por una variedad humana en el límite inferior de la civilización, algo que debían constatar con los tres fueguinos que llevaban en el barco, Yokcushlu rebautizada como Fuegia Basket, Orundellico llamado ahora Jemmy Button y El'leparu, el misterioso York Minster. Todos habían sido recogidos en un viaje anterior por Fitz Roy y educados en Inglaterra con la intención de devolverlos a su tierra natal ya "civilizados", para crear una pequeña misión dirigida por Richard Matthews, financiado por la Church Missionary Society y con todo el apoyo del capitán del *Beagle*.

Su primera impresión aparece en una carta enviada a Caroline desde las islas Malvinas el 30 de marzo de 1833, tras contemplar a estos *espíritus atormentados de otro mundo* que vivían en la Tierra del Fuego:

> Vimos aquí a los nativos fueguinos; un salvaje que no ha sido domesticado es uno de los mayores espectáculos del mundo. La di-

> ferencia entre un animal domesticado y uno salvaje se ve mucho más marcada en el hombre. En un bárbaro desnudo, con su cuerpo cubierto de pintura, cuyos gestos mismos, ya sean hostiles o pacíficos, son ininteligibles, con dificultad vemos en él a una criatura humana. Ninguna ilustración o descripción explicaría el extremado interés que se crea a la primera vista de los salvajes.

En este comienzo del año de 1833 se inició el experimento crucial para Fitz Roy del desembarco de los tres fueguinos ingleses con su pastor Matthews en el estrecho de Woollya (Wulaia), en el territorio de Jemmy Button, quien aparentemente había perdido parte de su vocabulario y no lograba comunicarse bien con su familia. Además el joven misionero fue acosado por una multitud de fueguinos que robaban las pertenencias de la supuesta misión y pisoteaban su huerta, algo que inclinó la balanza para abandonar esta empresa y dejar a los fueguinos europeizados en su lugar de origen. Darwin anotó en su diario sus dudas sobre la labor del capitán con estos pobres fueguinos que volvían a una sociedad primitiva según el naturalista, sin líderes, muy igualitaria y sumamente atrasada desde el punto de vista de la civilización europea; y aunque para él era evidente su naturaleza humana, quedaban colocados en el extremo inferior de la cultura, incluso por debajo de los australianos, a los que consideraba bastante atrasados pero que contaban con el bumerán, la pica y porra arrojadiza, su habilidad en el rastreo, etcétera.

Un año después, en una carta a su hermana Catherine, Charles escribía que tras el reconocimiento del Puerto del Hambre habían contactado con Jemmy, al que encontraron sucio, escuálido y desnudo, pero contento con su nueva esposa y absolutamente decidido a no regresar a Inglaterra.

Asimismo, Darwin pudo observar en este extremo sur de América, antes de partir a las islas Malvinas y después a Maldonado, las relaciones tróficas de los seres vivos, mediante el estudio de las algas marinas:

> El número de seres vivientes, de todos los órdenes, cuya existencia depende íntimamente de las algas, es maravilloso. Solo un grueso volumen podría describir los moradores de estos bancos de algas marinas; innumerables crustáceos frecuentan todas las partes de la planta. Sacudiendo las largas raíces entremezcladas caían juntos una pila de pequeños peces, conchas, sepias, cangrejos de todas las especies, caballos de mar, estrellas de mar, preciosas holoturias, planarias y animales neríticos de gran diversidad de formas. Cada vez que se coge una rama de krill se encuentran animales de curiosas estructuras desconocidas. Puedo solamente comparar estos grandes bosques acuáticos del hemisferio sur con los terrestres en las regiones tropicales. Sin embargo, si en cualquier país una selva fuese aniquilada, dudo que tantas especies de animales serían destruidos como a consecuencia de la desaparición del krill. Entre las hojas de estas plantas viven numerosas especies de peces que no encontrarían en otro lugar alimento o refugio; con la destrucción de ellos los múltiples cormoranes y otras aves pescadoras, las nutrias, focas y cetáceos o delfines pronto perecerían también; y, finalmente, el salvaje fueguino, miserable dueño de este miserable país, redoblaría su fiesta caníbal y decrecería en número, y quizá dejaría de existir.

LAS GALOPADAS POR LAS PAMPAS

Sus últimas andanzas por las tierras del Río de la Plata podemos seguirlas por su Diario pero también por algunas cartas escritas a su amigo Fox y al profesor Henslow. Al primero le comentaba el 25 de octubre de 1833:

> Cuando el *Beagle* estaba en el río Negro lo abandoné y cruzando el Colorado me dirigí a Bahía Blanca, y de ahí, siempre por tierra, a esa ciudad. Es una cabalgada larga y muy fatigosa, que no se había realizado hasta hace muy poco. El gobierno local mandó un gran

> ejército contra los indios y en su ruta dejó a largos intervalos una tropa de cinco hombres y sus caballos que formaron una línea de postas para mantener cierto tipo de comunicación con la capital,

en tanto que a Henslow le contaba que la mayoría del tiempo se estuvo alimentando de avestruces y ciervos, durmiendo a cielo abierto hasta alcanzar la Sierra de la Ventana.

Tras descansar una semana en Buenos Aires se dirigió a Santa Fe, donde pudo estudiar la geología del lugar y encontrar más huesos gigantes fósiles para nutrir su colección, para luego descender por el "principesco" río Paraná y dirigirse a Montevideo para estudiar las formaciones geológicas de la costa uruguaya. En noviembre enviaba a Caroline una carta anunciándole un envío de especímenes de 200 pieles de aves y de pequeños cuadrúpedos, así como una colección de huesos fósiles. Asimismo anunciaba el relevo del pintor Earle por un nuevo artista, Conrad Martens, que haría las delicias del capitán Fitz Roy y de Darwin con sus paisajes. El 3 de diciembre escribía a su hermana Susan que al día siguiente partirían para Puerto Deseado y la costa de Patagonia, tras sus últimas andanzas por Colonia del Sacramento. Parecía lamentarse de abandonar las grandes llanuras y sus caballos galopantes, pero como Darwin decía, ese era el camino al anhelado Pacífico.

Es también muy interesante la observación de Darwin, que aparece en una carta a Henslow en marzo de 1834 desde las Malvinas, sobre la recogida de los restos de una especie de avestruz diferente a la ya descrita como *Strutio rhea*, conocida perfectamente según el naturalista por los gauchos y los indios, con otra distribución geográfica, nidificación y morfología diferente. Será la que después describiría el ornitólogo John Gould como *Rhea darwinii* en 1837.

Los futuros planes aparecen en una carta a Catherine en la que Darwin se mostraba orgulloso de la dedicatoria del capitán Fitz Roy de una de las mayores alturas junto al monte Sarmiento, el monte Darwin, cerca del que habían pasado al atravesar el estrecho de Magallanes —donde vieron a los famosos patagones—, tras su ex-

cursión por el río de Santa Cruz, y anunciaba su deseo de comenzar el estudio de la geología de los Andes.

LA ESTANCIA EN CHILE Y EL SUEÑO ANDINO

Tras el paso del estrecho de Magallanes el *Beagle* puso rumbo primero al archipiélago de Chiloé, un lugar en el que siempre llovía y estaba lleno de cerdos y papas como en Irlanda, según Darwin, y luego a Valparaíso, donde fondeó el 23 de julio, siempre con la esperanza de un estudio geológico de la cordillera. Seis días más tarde el naturalista escribía desde Valparaíso con sentimientos encontrados, ya que le fascinaba la vista de la puesta de sol sobre los Andes, en un clima seco, cálido y placentero, pero renegaba algo por verse obligado a vestirse decentemente y afeitarse en una ciudad similar en muchos sentidos a Londres y París, tras su última vida como un nómada casi salvaje por tierras patagónicas.

Ya en esta época Darwin llevaba escritas alrededor de 600 páginas de observaciones de geología y descripciones "imperfectas" de zoología, además de su diario privado, y seguía el rastro de los huesos fósiles de un supuesto mamut. Asimismo, continuaba clasificando como podía los animales recolectados para las notas que acompañaba a los envíos, utilizando y criticando la labor previa de autores muy reconocidos como Lamarck y Cuvier. Respecto al destino de sus colecciones confesaba a su hermana Caroline desde Valparaíso que irían preferentemente al Museo Británico, ya que todos los envíos se hacían al "Servicio de Su Majestad" y gracias a su presencia en un buque de la Armada británica.

En las primeras excursiones andinas estudió la formación de las cordilleras, asombrándose por la numerosa presencia en altura de conchas fósiles diferentes a las patagónicas y también de la excesiva presencia en los campos chilenos de recolectores: "Hay más naturalistas en el campo que carpinteros y zapateros o cualquier otro oficio honorable."

El 16 de agosto Darwin subió a la cumbre de La Campana, a unos 2 000 metros, donde pudo reflexionar sobre la elevación de los Andes en un largo tiempo geológico, algo que años más tarde haría en sus *Observaciones geológicas en América del Sur* (1846), editadas en 2012 por Rafael Sagredo en Chile: "¿Cómo no maravillarse de la fuerza que ha elevado estas montañas, y todavía más de las incontables edades que han debido de necesitar para abrirse camino por entre tan poderosos obstáculos y para remover y nivelar sus enormes masas?"

Además, con la mirada puesta en este país limitado por la cordillera y el Pacífico desde una altura que le hacía verlo como si fuera un mapa, comentaba en el *Diario de un naturalista* la morfología andina:

> El aspecto de los Andes era distinto de lo que yo había esperado. La línea inferior de la nieve era, por supuesto, horizontal, y los mismos vértices de la gran cadena parecían ser paralelos a esta línea. Solo a grandes intervalos un grupo de picos o un simple cono mostraban el lugar donde había existido un volcán, o donde existe actualmente. De aquí que la cadena parezca una gran muralla sólida, coronada aquí y allá por una torre, haciendo de fuerte barrera para el país.

Respecto a su estancia en la ciudad de Santiago cabe comentar que le pareció similar en algunos aspectos a Buenos Aires, con ese aire europeo característico de ambas ciudades, y llegó a comentar a Fitz Roy: "Cuán sorprendente y bella es la situación de la ciudad. Me senté durante una hora a mirar a mi alrededor en la pequeña colina de Santa Lucía. Me gustaría que pudieras venir para volver a admirar las gloriosas perspectivas."

En octubre Darwin comunicaba a Henslow y a Caroline que estaba enfermo y casi no podía levantarse de la cama, una dolencia con la que se ha especulado mucho por pensarse que podía ser el llamado mal de Chagas, aunque no se ha podido confirmar con

claridad. Asimismo el capitán Fitz Roy padecía una fuerte depresión, que le hacía pensar en un desarreglo mental hereditario, hasta el punto de dejar el mando a su segundo, John C. Wickham, para terminar la exploración del sur y regresar a Inglaterra. Poco después se arreglaba esta difícil situación con la vuelta al mando del capitán y Darwin anunciaba que próximamente volverían al sur para seguir con la exploración de las islas de Chiloé y las ciudades de Concepción y Valdivia. Su descripción de estos últimos viajes por Chile en marzo de 1835 no deja de ser sorprendente al describir su experiencia con los volcanes y sobre todo con el terremoto de Concepción, aunque él personalmente sintió sus primeros efectos en Valdivia:

> Ahora estamos en nuestro camino desde Concepción. Los periódicos les habrán contado acerca del gran terremoto del 20 de febrero. Supongo que es ciertamente el peor experimentado en Chile. No tiene caso intentar describir las ruinas, pues es el más terrible espectáculo que nunca vi. La ciudad de Concepción es ahora tan solo montones y rastros de ladrillos, tejas y maderos. Es absolutamente cierto que no hay casa habitable: algunas pequeñas cabañas construidas con palos y carrizos en las afueras de la ciudad no han sido derruidas y ahora son alquiladas por los más ricos. La fuerza del choque debe de haber sido inmensa, pues el suelo está atravesado por cuarteaduras, las rocas sólidas se han convertido en fragmentos, contrafuertes de 6 a 10 pies de ancho han sido hechos pedazos como si fueran bizcochos.

Según Darwin, hasta ese momento los tres espectáculos más interesantes que había visto desde su salida de Inglaterra habían sido la vista de un salvaje fueguino, la vegetación tropical y las ruinas de Concepción.

Todavía pudo Darwin hacer otra excursión que le daba ocasión de atravesar la cordillera andina: el paso a Mendoza. El 18 de abril de 1835 escribía a Henslow para contarle su aventura de haber

pasado los Andes por dos lugares diferentes, el Portillo y Uspallata, y el aumento de su conocimiento de la geología andina:

> La estratificación en todas las montañas es bellamente distinta y en una variedad de color que puede verse a grandes distancias. No puedo imaginar ninguna parte del mundo que presente una escena más extraordinaria del rompimiento de la corteza terrestre que los meros picos centrales de los Andes.

Poco después escribía a su hermana Susan y le comentaba algunos aspectos nuevos de la geología andina que demostraban cómo se había producido la elevación de los Andes en dos tiempos, antes de salir para Coquimbo y Copiapó, lugares en los que quería terminar su exploración geológica de Chile entre mayo y junio:

> Aparte de comprender hasta cierto punto la descripción y modos de la fuerza que elevó esta gran cadena de montañas, puedo demostrar claramente que una parte de la doble línea tiene una edad muy posterior a la otra. En la línea más antigua, que es la verdadera cadena de los Andes, puedo describir el tipo y el orden de las rocas que la componen.

La última etapa consistió en un viaje hacia Iquique y Lima, donde no pudieron hacer casi nada por el estado de convulsión política. Desde allí se dirigieron a otro lugar soñado: el archipiélago de las Galápagos.

LA DIVERSIDAD DE LAS ISLAS GALÁPAGOS

Un lugar se destacó, en las numerosas escalas del largo viaje del *Beagle*, en la formación de la teoría evolucionista de Darwin: el archipiélago de las Galápagos. Situado a unos novecientos kilómetros de la costa americana del Pacífico, sus islas eran conocidas como las Encantadas, por su aspecto volcánico y su extraña fauna.

El descubrimiento de las islas Galápagos se debió al obispo de Panamá fray Tomás de Berlanga; estas fueron visitadas después por los bucaneros William Dampier y William Cowley en 1684 y 1687, por la fragata *Santa Gertrudis*, al mando del capitán de navío Alonso de Torres y Guerra en 1793, y por James Colnett en 1793-1794. El obispo Berlanga había sido encargado por el emperador Carlos V de mediar en las disputas territoriales mantenidas por Francisco Pizarro y Diego de Almagro en el Perú y realizar otras misiones. Fue precisamente en el curso de su viaje hacia esta tierra en Puerto Viejo cuando fue desviado por las corrientes del Pacífico hasta llegar a dar con las islas del archipiélago de las Galápagos el 10 de marzo de 1535, que situó geográficamente y corresponderían aproximadamente a La Española y Floreana. Siguiendo la propia carta del obispo, este nos muestra cómo tras unos días de navegación con buen tiempo y mar en calma, y separados evidentemente de su ruta,

> El miércoles en diez de marzo, vimos una isla; y porque en el navío no había más agua que para dos días, acordaron de echar la barca e salir en tierra por agua e yerba para los caballos, e salidos no hallaron sino lobos marinos, e tortugas e galápagos tan grandes, que llevaba cada uno un hombre encima, e muchas higuanas que son como sierpes.

Había descubierto de forma casual las islas Galápagos, el archipiélago después tan conocido por el viaje de Darwin. Desde la isla Floreana el obispo reconoció otras dos y nos habla de la presencia de muchos lobos marinos, tortugas, iguanas, galápagos y "muchas aves de las de España, pero tan bobas, que no sabían huir, e muchas [se] tomaban a manos", quizá los piqueros, una observación similar a la que Darwin haría posteriormente al observar esa absoluta confianza de las aves de las Galápagos ante los hombres.

El 15 de septiembre de 1835, el *Beagle* llegó al puerto de San Esteban, donde comenzaron las andanzas de los expedicionarios

por estas tierras "infernales", "dignas de todos los demonios". Darwin centró su atención en la isla de San Salvador (James), aunque también exploró otras del archipiélago durante un mes aproximadamente, con unos hallazgos que le hicieron exclamar: "Parece que estamos algo más cerca, tanto en el espacio como en el tiempo, del gran acontecimiento, el misterio de los misterios, que es la aparición de nuevos seres sobre la Tierra."

Se dio cuenta de que la mayor parte de los seres orgánicos que habitaban las Galápagos eran endémicos, con diferencias notables entre las islas, si bien todos parecían presentar algún tipo de parentesco con las especies continentales americanas, lo que le hacía suponer que las islas habían recibido a "colonos extraviados" de la costa de América en un periodo relativamente moderno desde un punto de vista geológico. Entre todas las nuevas especies animales que Darwin pudo contemplar en este auténtico laboratorio americano de la evolución, llamaron especialmente su atención las iguanas, los galápagos y algunas aves como los sinsontes, característicos de cada isla, algunas aves de rapiña y un grupo de picogordos que en el momento del viaje no supo diferenciar. Eran los famosos pinzones de Darwin, solo reconocidos en su variedad y adaptaciones por el propio naturalista, tras el estudio hecho en Inglaterra por el ornitólogo John Gould, algo que reconoce ya desde la publicación de su *Diario* como naturalista del *Beagle*. Sobre todo, le extrañó el gran número de especies similares existentes en las diferentes islas del archipiélago y la variedad de picos que exhibían, siempre relacionados con el tipo de alimentación: picos gruesos y fuertes para los granívoros, etc., lo que sugería especializaciones, a partir de un antepasado común, en ausencia de competidores o, por decirlo con otras palabras, el aislamiento geográfico de la especie ancestral —originaria, sin duda, del continente americano— había permitido que surgieran nuevas especies, como consecuencia de un proceso adaptativo diferenciado en las distintas islas.

De las iguanas, que él llamó "diablillos de las tinieblas", destacó la separación y las analogías entre la especie terrestre y la marina,

perfectamente adaptadas a sus respectivos medios y que, de alguna manera, por su alimentación, ocupaban el lugar de los inexistentes mamíferos herbívoros. Asimismo, pudo comprobar la curiosa variabilidad de las famosas tortugas gigantes, que daban el nombre al archipiélago, de forma que el vicegobernador Lawson aseguraba que con un simple vistazo se podía saber el origen de cada ejemplar, ya que los dibujos de los caparazones eran diferentes. Asimismo y gracias a los trabajos de Hooker, pudo Darwin reflexionar también sobre los numerosos endemismos botánicos del archipiélago de las Galápagos. Había 100 especies nuevas entre las colecciones llevadas a Inglaterra, al parecer más parecidas a las de la costa atlántica americana que a las del Pacífico, con marcadas diferencias específicas de una isla a otra, como sucedía con los animales. Darwin hacía en su Diario esta reflexión:

> Pero lo que hace subir de punto mi asombro es que varias de las islas poseen sus peculiares especies de tortugas, sinsontes o burlones, picogordos, junto con numerosas plantas, y que estas especies tienen los mismos hábitos generales, ocupan sitios análogos y llenan sin duda los mismos fines en la economía natural de este archipiélago.

Años más tarde, Darwin reflexionaba sobre el fenómeno del aislamiento geográfico en general y consideraba posible la especiación como una de sus consecuencias fundamentales:

> Introduzcamos en un cierto lugar a una pareja procreadora y dejemos que se multiplique lentamente sin estar sujeta a ningún tipo de depredación, de tal modo que se den nuevos cruces entre la descendencia; ¿quién podrá predecir el resultado? De acuerdo con esto, ciertos grupos distintos de los animales, que se mantengan separados en distintas islas, deben acabar diferenciándose entre sí si la separación entre los mismos dura lo suficiente y están sometidos a circunstancias ambientales muy parecidas. En la actuali-

> dad observamos este hecho con las tortugas y los sinsontes de las Galápagos, el zorro de las Malvinas y el zorro chileno, la liebre inglesa y la irlandesa.

Aunque es verdad que en su visita a las Galápagos Darwin todavía no había madurado suficientemente sus ideas, hay que indicar que el "encanto" de la evolución cobró allí una fuerza inesperada.

TAHITÍ, NUEVA ZELANDA Y AUSTRALIA

Tras su paso por las Galápagos, el *Beagle* inició el viaje de regreso poniendo rumbo a Tahití, desde donde se dirigió a Nueva Zelanda, Australia e islas Cocos, donde Darwin realizó interesantes observaciones geológicas sobre la formación de los atolones coralinos.

El 15 de noviembre de 1835, al amanecer, llegaba Darwin a la isla de Tahití, tan anhelada por todos los viajeros que recorrían el mar del Sur, aunque, según el naturalista inglés, vista a distancia parecía poco atractiva, al asomar solo algunos picos abruptos del centro de la isla y no distinguirse su vegetación. Un gran número de canoas fueron a rodear el barco al llegar a la bahía de Matavai. Respecto a la vegetación, parece que a Darwin le llamaron más la atención los cultivos de bananeros, palmeras y naranjos, y la presencia del famoso árbol del pan con sus inmensos frutos, que habían sido objeto de deseo para la Corona británica desde el siglo XVIII para llevarlos como alimento a las plantaciones del Caribe.

Como era de esperar tras las numerosas descripciones de los tahitianos en múltiples expediciones, Darwin también expresó su punto de vista sobre los habitantes de esta nueva Arcadia:

> Los habitantes son en realidad encantadores. Tienen sus facciones tal dulzura de expresión que no es posible imaginar que sean salvajes; y es tan grande su inteligencia que progresan en la civiliza-

> ción con suma rapidez. Los trabajadores van desnudos hasta la cintura, y así es como mejor puede admirarse a los tahitianos. Son altos, bien proporcionados, anchos de hombros; en una palabra, verdaderos atletas.

Desde el punto de vista de la historia natural no parece que Darwin se mostrara especialmente asombrado por la naturaleza tahitiana, aunque sí mostró sus dotes de escritor en el estilo de su admirado Humboldt en algunos párrafos dedicados al paisaje de la reina de las islas:

> Suspendidos como lo estamos en un costado de la montaña, presentan un magnífico espectáculo los profundos valles inmediatos: por otra parte, las montañas altas del centro de la isla nos ocultan en parte el cielo. ¡Qué sublime espectáculo es ver desaparecer gradualmente la luz en estos elevados picos!

El 19 de diciembre por la tarde distinguieron a lo lejos Nueva Zelanda, con la grata sensación de haber atravesado el inmenso océano Pacífico. Darwin expresó su desilusión por este país, especialmente por el contraste de sus habitantes con los recién visitados tahitianos. A pesar de la labor positiva de los misioneros, los neozelandeses parecían más primitivos, aunque el naturalista pensaba que pertenecían a una misma "raza", pero los tahitianos estaban más civilizados. Darwin pensaba que quizá influyera su feroz aspecto con extravagantes dibujos tatuados en todo su cuerpo y las profundas incisiones que se hacían en la cara, que marcaba una expresión de astucia y ferocidad en hombres altos y muy robustos.

En cuanto al mundo natural, decía haber observado pocas aves y se extrañaba de que una isla de más de 700 millas de norte a sur, y en muchos puntos de 90 millas de ancho, con localidades muy diversas, buen clima y terrenos situados a todas las alturas desde el nivel del mar hasta 14 000 pies, no tuviera más que un ratón representando a los animales indígenas. Parecía que algunas aves habían

remplazado en Nueva Zelanda a los mamíferos, como en su opinión remplazaban los reptiles a estos en el archipiélago de las Galápagos, aunque ya alertaba sobre las posibles invasiones biológicas de especies foráneas, como había sucedido con el ratón común de Noruega, que había destruido en dos años al de Nueva Zelanda en todo el norte de la isla.

El 12 de enero de 1836 un viento favorable empujó al *Beagle* a la entrada del puerto Jackson, que les recordó en la lejanía a las costas de la Patagonia, señalizado con un faro solitario. Al anclar en el puerto de Sydney, rodeado de almacenes, encontraron muchos buques. La ciudad le resultó admirable y una de las pruebas del poder de la nación inglesa. Según Darwin:

> En unos cuantos años, y en un país que ofrecía menos recursos que Sudamérica, se ha hecho aquí mil veces más de lo que allí abajo han hecho en siglos. Mi primer sentimiento es felicitarme de ser inglés. Algo disminuyó mi admiración unos cuantos días después, cuando me fue mejor conocida la población; sin embargo, Sydney es una ciudad hermosa. Las calles son regulares, anchas, limpias y muy bien conservadas; las casas son grandes y las tiendas muy bien adornadas. Esta ciudad puede compararse a las grandes afueras de Londres y de otras poblaciones de Inglaterra; pero ni en Londres, ni en Birmingham se nota un crecimiento tan rápido.

Darwin se interesó en Australia por la suerte de los aborígenes, tal como relata en su diario de viaje:

> Al caer la tarde encontramos una veintena de indígenas, todos los cuales llevan, según su costumbre, su paquete de flechas y otras armas. Le doy un chelín a uno de aquellos jóvenes que me parece que lo pide e inmediatamente se detienen y arrojan sus flechas para festejarme. Llevan alguna ropa y la mayoría saben varias palabras inglesas. Sus caras respiran buen humor; no tienen las facciones desagradables y me parecen mucho menos degradados de

> lo que suponía. Saben utilizar muy bien las armas: colocado un casquete a 30 metros de distancia lo traspasan con uno de sus venablos, que disparan con un palo de tiro; parecen flechas disparadas por el mejor arquero. Tienen grandísima sagacidad cuando se trata de perseguir al hombre o a los animales; he oído a algunos hacer observaciones que demuestran mucha agudeza, pero por nada del mundo se deciden a cultivar la tierra, edificar casas ni establecerse en punto fijo en ninguna parte; ni siquiera quieren tomarse el trabajo de cuidar los ganados que se les dan. En suma, están un poco por encima de los fueguinos en la escala de la civilización. Muy curioso es ver, en medio de un pueblo civilizado, cierto número de salvajes inofensivos que vagan por todas partes sin saber dónde pasarán la noche y que se buscan el alimento cazando por los bosques.

Darwin reconocía además que el número de indígenas disminuía con rapidez, por el abuso del alcohol, las enfermedades europeas y la extinción gradual de los animales silvestres, a los que seguían en una vida errante, que hacía morir a muchos niños durante los primeros meses de vida. Además de esas causas evidentes de destrucción, según él parecía funcionar algún "agente misterioso". La realidad era que dondequiera que el europeo aparecía se daba como cierta la muerte de los indígenas en un plazo relativamente corto, como si las variedades humanas interactuasen de manera más fuerte que las diferentes especies animales, destruyendo siempre el más fuerte al más débil. Darwin indicaba, en este sentido, la tristeza que había sentido al oír en Nueva Zelanda a algunos indígenas que estaban convencidos de que sus hijos no tardarían en desaparecer de la superficie de la Tierra.

Respecto a sus observaciones zoológicas, el naturalista pudo ver algunos ejemplares del famoso ornitorrinco, un animal en su opinión extraordinario y cuya morfología no podía observarse bien en los animales disecados, especialmente en la cabeza y el pico, ya que este último se contraía al endurecerse.

Finalmente quiso Darwin hacer alguna reflexión política sobre esta nueva colonia inglesa y su porvenir, aun reconociendo su poco conocimiento en estos asuntos:

> Los dos principales productos de explotación son la lana y el aceite de ballena; pero en ambos productos hay un límite. En este país no pueden hacerse canales; por consiguiente, no se pueden criar los carneros muy al interior, porque los gastos del transporte de la lana unidos a los de la cría y del esquileo subirían demasiado. Son en todas partes tan pobres los pastos, que ya se han visto obligados los colonos a internarse mucho; y mientras más se aparta de la costa se hace el país más estéril. La agricultura no podrá ejercerse nunca en grande escala a causa de las sequías. Por consiguiente, me parece que Australia deberá limitarse a ser en el porvenir el centro del comercio del hemisferio austral; tal vez pueda haber aquí fábricas, porque hay carbón de piedra y se puede disponer de la fuerza motriz necesaria al efecto. Extendiéndose el país habitable a lo largo de la costa y siendo sus colonos ingleses ha de ser en realidad potencia marítima. Me figuraba yo que Australia podía llegar a ser un país tan grande y tan poderoso como América del Norte, pero ahora que lo he visto he dado un poco de lado a estos sueños de grandeza.

El 1 de abril de 1836 llegaron a la vista de la isla Keeling o isla Cocos, situada en el océano Índico, a unas 600 millas de la costa de Sumatra. Era un atolón o isla de coral semejante a los que ya habían visto en el archipiélago Low. Como decía Darwin a Caroline en una carta el 29 de abril, se trataba de unas islas bajas con una laguna central que le interesaba especialmente para sus estudios geológicos o más bien biológicos pero relacionados con la formación de algunas islas, ya que tenía la ocasión de investigar sobre los pólipos que creaban estos atolones coralinos. Este trabajo condujo a la publicación en 1842 de su interesante obra *La estructura y distribución de los arrecifes de coral*, en la que se desechaba la teoría de la formación de

estas islas sobre una base de un cráter volcánico y se proponía una nueva hipótesis que implicaba el hundimiento progresivo y la ascensión de los corales que iban creciendo sobre esa base.

DARWIN EN EL CABO Y LA PUBLICACIÓN CONJUNTA CON FITZ ROY

Tras un efímero paso por la isla de Mauricio, la antigua Île de France, en la que recordó Darwin la obra *Paul et Virginie* de Saint-Pierre, que tanto le gustaba a Humboldt por su carácter prerromántico y tropicalista, el naturalista y el capitán Fitz Roy llegaron en el *Beagle* al puerto de Simon's Town, a 30 kilómetros de Ciudad del Cabo, en mayo de 1836. La idea de Fitz Roy era comprobar, en los 18 días de estancia prevista para el *Beagle*, los 22 cronómetros marinos destinados a la Royal Navy en el Observatorio de Ciudad del Cabo, una ciudad en la que se produjo un pequeño acontecimiento: la publicación de un artículo conjunto del capitán del *Beagle* y Darwin.

El origen de este primer trabajo publicado por ambos en Ciudad del Cabo en 1836 proviene al parecer de una curiosa visita a la casa del famoso astrónomo británico John Herschel, cuando residía en esta ciudad sudafricana con objeto de cartografiar el mapa estelar del hemisferio sur. Herschel había llegado a Ciudad del Cabo con su familia en 1834 y quería seguir la tradición de su padre William, que ya había cartografiado el hemisferio norte, con la ejecución de un catálogo de observaciones astronómicas hechas con telescopios de reflexión de gran formato y otros de refracción. Asimismo quiso realizar un trabajo que permitiera demostrar su teoría de la estructura cósmica, la naturaleza de las nebulosas y los grupos de estrellas en su evolución. Además, el astrónomo había desarrollado en su casa de Feldhausen un gusto especial por la historia natural y la jardinería, que se plasmaba en una amplia colección de bulbos de Ciudad del Cabo que había plantado sistemáticamente en su jardín.

Ya el 3 de junio escribía Darwin a su hermana Catherine anunciando la próxima visita a casa de Herschel:

> Mañana por la mañana voy a visitar con el capitán Fitz Roy a Sir John Herschel. Ya he visto la casa que ha adquirido, que está a seis millas de la ciudad y en un lugar muy retirado con una localización encantadora. He oído hablar mucho de sus excéntricas costumbres, aunque de amables maneras, y tengo una gran curiosidad por ver al gran Hombre.

Parece que en realidad no fue ese día cuando se produjo el encuentro en casa de Herschel, ya que Darwin estuvo unos días con el naturalista Andrew Smith —que había fundado en 1825 el South African Museum, en Paarl y Franschhoek—, conociendo la vida silvestre sudafricana y la geología del cabo de Buena Esperanza. El encuentro más formal fue descrito por Darwin en una carta al botánico John Stevens Henslow el 9 de julio de 1836 desde Santa Helena:

> En el Cabo, el capitán Fitz Roy y yo disfrutamos de una memorable buena suerte al conocer a Sir John Herschel. Cenamos en su casa y además le vimos varias veces. Era extremadamente afable, aunque sus modales me parecieron horribles en una primera impresión. Vive en una casa de campo muy confortable, rodeada de abetos y robles, lo que le da, en un campo tan abierto, un aire acogedor de aislamiento y comodidad. Parece encontrar tiempo para todo; nos mostró un bello jardín lleno de bulbos del Cabo de su propia recolección y después comprendí que todo era fruto del trabajo de sus propias manos. La señora Herschel parece una persona muy agradable y en definitiva nos quedamos encantados con todos y todo lo relacionado con la casa.

Años más tarde, en su *Autobiografía*, Darwin daba algún dato más sobre este encuentro y su impresión sobre el astrónomo:

> Sentí una gran veneración por Sir John Herschel, y me fascinó cenar con él en su encantadora casa de Ciudad del Cabo y más tarde en su casa de Londres. Le vi, además, en algunas otras ocasiones. Nunca hablaba mucho, pero merecía la pena escuchar cada palabra que decía. Era muy tímido y a menudo tenía una expresión angustiada.

No comenta Darwin la posible influencia que pudo tener Herschel en su nueva visión del mundo, aunque sabemos que por aquellos días el astrónomo se estaba comunicando con Charles Lyell, discutiendo sus teorías geológicas y hablando del misterio de los misterios, la sustitución de unas especies por otras en la superficie de la Tierra, sin contar con la indudable influencia de la obra de Herschel *A Preliminary Discourse on the Study of Natural Philosophy*, que Darwin reconocía como una de sus lecturas preferidas. Volviendo al texto de Darwin y Fitz Roy, titulado *Una carta que contiene observaciones sobre el estado moral de Tahití, Nueva Zelanda, etc.*, publicado en el *South African Christian Recorder* en septiembre de 1836, parece que fue hecho básicamente por el capitán, con inclusión de textos del diario de viaje de Charles Darwin, a instancias de Margaret Herschel, preocupada por los ataques que recibían los misioneros en Sudáfrica, acusados de agravar las luchas raciales entre los colonos holandeses y británicos, y las tribus bantúes, así como de negocios ilícitos y especulaciones en la venta de tierras. No sabemos hasta qué punto Darwin compartía las ideas de Fitz Roy acerca del papel que desempeñaban los misioneros para civilizar a los aborígenes de la América del Sur e islas del Pacífico, pero es bastante probable que así fuera, al menos en la época en que ambos escriben esta extensa carta antes de partir rumbo a Inglaterra, donde años después sus caminos se separarían definitivamente. El dos de octubre de 1836 llegaba el *Beagle* a la costa inglesa de Cornualles, tras una breve escala de cinco días en Santa Helena, en la que Darwin vivió cerca de la tumba de Napoleón, y una vuelta por las costas de Brasil para confirmar algunas mediciones.

Charles Darwin llegaba confuso a Inglaterra, con mucha alegría por el regreso a su tierra natal y con un legado nuevo en su mente tras este largo viaje por el mundo, en el que había podido observar la gran biodiversidad terrestre, la posibilidad de parentescos biológicos entre especies, la posible relación con seres extinguidos, las consecuencias del aislamiento geográfico, etc., algo que le condujo a pensar en cómo resolver *el misterio de los misterios.*

2
EL EVOLUCIONISMO PREDARWINISTA

Al intentar buscar la filiación remota de la teoría evolutiva darwiniana o, de manera más general, de las ideas evolucionistas modernas, es cierto que ya entre algunos autores clásicos como Anaximandro, Heráclito o Empédocles aparecen las ideas básicas de cambio o transformación de la Naturaleza. La definición de estas en el seno de las teorías más amplias preocupadas por establecer leyes que explicasen la variabilidad observada en animales y plantas, surgió en la época conocida como la Ilustración o, de forma aproximada y más fantástica, en los años finales del Barroco. Quizá la manera más interesante, aunque no siempre la más precisa, de rastrear estos antecedentes sea buscar en la obra de Darwin, el creador de la nueva teoría evolutiva tras la publicación de su *Origen de las especies* en 1859, su opinión sobre sus antecesores intelectuales.

Curiosamente en la edición norteamericana de 1860 de esta obra el naturalista inglés quiso aportar precisamente en un prefacio una breve historia de las ideas que le pudieron inspirar en la creación de la teoría de la evolución por selección natural. Siguiendo sus pasos recorreremos el camino de preparación intelectual de la idea de evolución en la época moderna. Darwin comenzaba su prefacio con estas palabras:

> La gran mayoría de los naturalistas ha creído que las especies eran producciones inmutables y se han creado por separado: esta opinión ha sido hábilmente mantenida por muchos autores. Algunos naturalistas, y otros que no han estudiado especialmente la histo-

ria natural, creen, además, que las especies experimentan modificaciones y que las formas de vida existentes se han originado por verdadera generación de formas preexistentes. Obviando a los autores del periodo clásico, y de la misma manera a De Maillet y Buffon, con cuyos escritos no estoy familiarizado, Lamarck fue el primer hombre cuya visión de que las especies experimentan cambios despertó mucha atención.

TELLIAMED Y LA NUEVA TEORÍA DE LA FORMACIÓN DE LA TIERRA

El primer autor citado por Darwin como poco conocido por él es realmente un curioso diplomático francés, naturalista aficionado preilustrado, llamado Benoît de Maillet (1656-1738), quien escribió entre 1692 y 1720 una obra titulada *Telliamed ou Entretiens d'un missionaire français avec un philosophe indien sur la diminution de la mer, la formation de la terre, l'origine de l'homme, etc.*, tan atrevida que solo circuló durante su vida de forma manuscrita y clandestina hasta que, tras su muerte, fue editada en 1748. Hay varias ideas clave que flotan a lo largo del *Telliamed* (título que indica su apellido al revés) de este cónsul de Francia en la India, que intentaba crear un "sistema" explicativo del mundo desde una cosmología cartesiana, claramente influida por los *Principia philosophiae* de Descartes, teñida de materialismo filosófico irreligioso: la formación del relieve terrestre por la disminución lenta y progresiva del agua del mar, que antes recubría por entero la Tierra, y el origen de los seres vivos en el mar, para pasar posteriormente a ocupar otros nichos en la superficie terrestre. La teoría de las especies de De Maillet era sorprendente, curiosa y extraña, y según ella miles de millones de años atrás un gran mar había cubierto totalmente la Tierra. Toda la vida surgió en ese océano, evolucionando a partir de pequeñas semillas invisibles. Del mar algunas especies habían migrado a la tierra, cambiando lentamente en su morfología al

adaptarse a los nuevos ambientes. Algunas formas intermedias de especies marino-humanas, con pies, escamas o colas palmeadas, todavía nadaban en el mar, según De Maillet, quien afirmaba que todavía podían ser avistados. La metamorfosis estaba en el corazón de la vida biológica.

Como ha estudiado Claudine Cohen, De Maillet formaba parte de los autores inmersos en la "cultura de la curiosidad" que arrancaba con Plinio, continuaba con los sabios renacentistas y llegaba a los coleccionistas barrocos que albergaban el mundo en miniatura en sus gabinetes de curiosidades, repletos de conchas, huesos, fósiles, minerales, rocas, objetos de etnología, arqueología y arte, etc. Sin embargo, también es cierto que esta cultura de los curiosos desembocaba en algunos casos en una erudición libresca y con fuentes dudosas de viajeros que daba lugar finalmente a una historia natural fantástica. Así, en la obra de De Maillet, calificada de locura por su propio editor, encontramos junto a ideas sugerentes sobre los fósiles o el paso de la vida marina a la terrestre en una especie de metamorfosis, fantasías de sirenas y tritones, a pesar de su comunicación constante con académicos como Bernard le Bovier de Fontenelle (1657-1757), secretario de la Academia de Ciencias francesa —autor de una obra inspiradora, *Entretiens sur la pluralité des mondes* (1686)—, así como con otros miembros destacados de la ciencia profesional, que en esos días discutían sobre la historia de la Tierra, el origen de los fósiles y los seres vivos.

EL CONDE DE BUFFON

El segundo autor citado por Darwin es el naturalista francés Georges Louis Leclerc, conde de Buffon (1707-1788), contemporáneo y destacado oponente de Linneo, el gran sistematizador de los reinos naturales. Mientras que la preocupación del sabio sueco fue clasificar todos los seres vivos en un esquema estático, que permitiese colocar a cada planta, animal o humano en el lugar que le

correspondía en la Creación, Buffon, impresionado por las ideas de Newton acerca del universo, trató de buscar las leyes por las que se regía la vida orgánica dentro de la nueva cosmología.

Nombrado en 1739 miembro asociado para la botánica de la Academia de Ciencias francesa e intendente del Jardin du Roi, se dedicó al estudio dinámico de la Naturaleza, tarea en la que ocupó medio siglo y que dio como resultado una gigantesca *Histoire naturelle générale et particulière, avec la description du Cabinet du Roi* (25 volúmenes, más siete de suplementos). Sus últimos volúmenes fueron publicados después de su muerte, en un esfuerzo gigantesco por comprender la Naturaleza de manera global, acompañado por un gran equipo de colaboradores: Daubenton, Bexon, Lacépède, etc., como ya lo habían intentado autores como Aristóteles o Plinio en la Antigüedad o Conrad Gesner en el siglo XVI. En su obra, comenzada a publicar en 1749, podemos observar algunas ideas emparentadas con un protoevolucionismo que sin lugar a dudas marcaron la labor de otros naturalistas como Lamarck o Cuvier, aunque no en todos los casos fueran originales. Por ejemplo, la idea aristotélica de evolución gradual —"la naturaleza no da saltos"— fue recuperada realmente por otro naturalista: Charles Bonnet (1720-1793).

Este, iniciado en la historia natural tras la lectura de la popular obra del abate Pluche, *Le spectacle de la nature* y siempre influenciado por Réaumur en su investigación sobre los insectos, había elaborado su idea —utilizada por Buffon— de una "gran cadena de los seres", en la que podía ascenderse desde los minerales hasta el hombre mediante seres intermedios con características comunes a los eslabones anterior y posterior, siempre del menos perfecto al más perfecto según el plan divino, tal como mostró en libros como *Contemplation de la nature* (1764), aunque sin implicaciones transformistas.

A pesar de que Buffon aceptó este encadenamiento de la materia, esto no implicaba la inmediata aceptación de una evolución ascendente y progresiva, y de hecho el naturalista francés solo dejó

de considerar la fijeza de las especies cuando, en 1766 —con su ensayo *De la degeneración de los animales*—, se pronunció a favor de la evolución regresiva originada, fundamentalmente, por la acción de un conjunto de factores ambientales como el clima, la alimentación, la distribución geográfica, la domesticación, etc. Estos elementos eran los que facilitaban la variabilidad de los seres naturales, de forma que unos podían originarse de otros por "degeneración". Esto le lleva a preguntarse, por ejemplo, si el asno no sería un caballo degenerado o incluso a plantearse la posible degeneración del mundo natural americano frente al europeo, una idea extendida entre otros pensadores como De Paw o Robertson y que originó una importante polémica, conocida después como la disputa del Nuevo Mundo.

A pesar de la preocupación de Buffon por plantear un pensamiento biológico antisistemático, enemigo de las clasificaciones, llegó a admitir la categoría de especie como algo real en la naturaleza, que se define por su sucesión en el tiempo gracias a la interfecundidad de los individuos que la forman; criterio fisiológico con el que también se aparta de la idea estática y morfológica de los grandes sistemáticos como Linneo. Si hay posibilidad real de cruce entre dos individuos de distinto sexo estaríamos ante seres de la misma especie, aunque fueran variedades distintas, y en caso contrario contemplaríamos especies diferentes.

Si el factor tiempo fue fundamental para el desarrollo de la teoría evolucionista, Buffon destacó por su intento de demostrar la gran antigüedad de la Tierra, en contra de la verdad revelada por la Biblia, algo que ya había hecho su compatriota De Maillet con sus cálculos sobre el descenso de las aguas sobre la Tierra. Su visión cosmológica, en la que el tiempo figura como el "Gran Operario de la Naturaleza", capaz de hacer todo mediante grados, matices y sucesión, le obligó a realizar una serie de experimentos cruciales, aunque erróneos, para calcular la edad de la Tierra. La sencillez de estos experimentos analógicos fue asombrosa. Por una parte, calentó esferas de diferentes tamaños para calcular luego el tiempo

de enfriamiento hasta alcanzar la temperatura ambiente, y, por otra, calculó el tiempo necesario para la sedimentación de una determinada masa arcillosa en el mar. Ambos experimentos condujeron a Buffon a estimar la edad de la Tierra en unos 75 000 años, frente a los 6 000 atribuidos por la Biblia.

Frente a los siete días de la Creación, Buffon ofreció en sus *Époques de la nature* (1778) su visión cosmológica, en la que integra sus ideas biológicas y geológicas de la historia de nuestro planeta, dividida en siete periodos o épocas. En la primera, la Tierra incandescente se separó del Sol y adquirió su forma esferoidal. En la segunda, el enfriamiento progresivo e irregular dio lugar a la erección de montañas y a la formación de las rocas ígneas.

Posteriormente, la condensación de los vapores atmosféricos provocó inmensas lluvias que cubrieron de agua la superficie del planeta, lo cual permitió —una vez que la temperatura terrestre alcanzó los niveles adecuados— la aparición de la vida marina, restos de la cual pueden apreciarse en forma de fósiles en las montañas actuales, algo que también había anunciado De Maillet. En la cuarta época, la absorción de parte del agua por la superficie terrestre originó la aparición de continentes y, más tarde, de la vida vegetal primitiva. Asimismo, Buffon hace surgir en este periodo el vulcanismo, que determina en buena medida la configuración de parte de la corteza terrestre. En la quinta época, caracterizada por la presencia de un clima tropical en las regiones septentrionales del globo, surgieron los grandes animales y las formas vegetales más avanzadas —similares a las actuales— que, poco a poco, fueron desplazándose hacia las zonas ecuatoriales. La sexta época marca la separación de los continentes y la aparición de la humanidad sobre la Tierra, aunque no será sino hasta el último periodo cuando el rey de la Creación alcance su trono.

La obra de Buffon, con todos sus errores, modificó la noción del tiempo geológico y de los procesos seguidos hasta llegar a la conformación de la Tierra, dio un carácter científico a la explicación de la presencia de los fósiles, e intentó explicar la aparición de

los seres en la gran cadena biológica, en el seno de una nueva cosmología. Aunque es dudoso que pueda incluírsele entre los evolucionistas de forma clara, ya que sería más bien un degeneracionista, Buffon apuntó algunos de los rasgos distintivos de la futura teoría evolutiva, como el transformismo dentro de la gran cadena del ser, la noción reproductiva de la especie, la influencia del medio natural, etc., por lo que la cita de Darwin a él como posible antecesor, a pesar de su aparente desconocimiento, tiene algo de sentido.

MAUPERTUIS Y AZARA

Entre los autores que se suelen citar como precursores del evolucionismo en el siglo XVIII, aparece la figura de Pierre-Louis Moreau de Maupertuis (1698-1759), matemático francés considerado el apóstol del newtonismo en Francia. Dentro de su variada y extensa obra aparecen reflejadas la mayoría de las grandes controversias científicas de su época y la búsqueda de una nueva cosmología que unificara todos los saberes, ya que suponía que "Es evidente que hay una conexión universal entre todo lo que hay en la Naturaleza…"

Sus trabajos como naturalista comenzaron con el estudio de un niño blanco nacido de padres negros, en 1744, que se convertiría al año siguiente en su conocida *Vénus physique*, obra en la que aparecieron interesantes y atrevidas consideraciones biológicas que apuntan hacia un mutacionismo primitivo. Sus opiniones acerca de la variabilidad de las especies y la aparición de rasgos aparentemente nuevos —utilizando los usos de los criadores de animales, como más tarde haría Darwin—, así parecen confirmarlo:

> La Naturaleza contiene el fondo de todas estas variedades, pero el azar o el arte las ponen en marcha. Es así como aquellos cuya industria se aplica a satisfacer el gusto de los curiosos, son, por así decir, creadores de especies nuevas. Vemos aparecer razas de pe-

> rros, palomas, canarios que no existían antes en la Naturaleza; primeramente no han sido sino individuos fortuitos, el arte y las generaciones repetidas hacen de ellos especies.

A pesar de estas afirmaciones, y de otras que tienden a considerar posible la herencia de caracteres adquiridos, Maupertuis todavía, en esta obra, piensa que lo que los criadores consiguen y mantienen artificialmente, la Naturaleza tiende a destruirlo: "Lo que es seguro es que todas las variedades que podían caracterizar especies nuevas de animales y plantas, tienden a extinguirse; son desviaciones de la Naturaleza en las que ella no persevera sino por el arte o por el régimen."

Es en su *Système de la nature* (1751), obra en la que pretende armonizar los postulados de la ciencia con las creencias religiosas acerca de la creación, donde trata de contestar a la pregunta de cómo han podido surgir las diferentes especies de dos únicos individuos ancestrales, y ya generaliza su mutacionismo:

> Todas ellas deberían su origen a algunas producciones fortuitas, cuyas partes elementales no habrían retenido el orden que tenían en los animales padre y madre. Cada grado de error habría producido una nueva especie; y a fuerza de variaciones repetidas se habría originado la diversidad infinita de animales que vemos hoy.

En la misma línea de pensamiento se manifestaría el español Félix de Azara (1742-1821), autor de los *Viajes por la América meridional* (1809), quien, además de ser una fuente de primera mano en el pensamiento biogeográfico de Darwin, se expresó en numerosas ocasiones a favor de un mutacionismo todavía poco elaborado:

> En la famosa estancia de los jesuitas llamada el Rincón de la Luna, en el distrito de Corrientes, nació en 1770 un toro mocho o sin cuernos. Ha propagado su raza en este país… se ve en esto lo

> mismo que en el ganado lanar, es decir, que hay toros y vacas con cuernos y vacas y toros sin cuernos, como ovejas y carneros cornudos y otros que no lo son. Se ve igualmente por esto que los individuos singulares, que la Naturaleza produce alguna vez por accidente, se perpetúan como los otros.

EL ABUELO ERASMUS

Entre los científicos británicos que podríamos calificar de evolucionistas predarwinistas aparece el nombre del propio abuelo de Darwin, Erasmus Darwin (1731-1802), quien publicó *Zoonomia, or the Laws of Organic Life* (1794-1796). En esta obra planteaba la posibilidad de que todos los animales y plantas hubieran surgido de un único "filamento orgánico" capaz de ir adquiriendo nuevas "partes" y de ir perfeccionándose progresivamente de generación en generación:

> Bajo las olas sin orilla, la vida orgánica nació y se crio en los abismos del océano haciéndose primero muy pequeños, invisibles con la lente curva, moviéndose en el fango o cruzando la masa de agua; luego, a lo largo de las generaciones sucesivas, sus aptitudes se diversifican, sus miembros se desarrollan, dando origen a grupos innumerables de vegetales, a reinos que respiran y que tienen aletas, pies y alas.

El abuelo de Darwin también admitió la herencia de caracteres adquiridos, así como la influencia del clima, y la lucha por la vida. Aunque Charles no admitió de buena gana la influencia de su abuelo, cuyo posible evolucionismo era realmente tosco y poco elaborado, hay pasajes en la obra de este último muy "darwinianos": "La causa final de la confrontación entre machos parece ser esta: el animal más fuerte y más activo es el que debe propagar la especie, la cual por esto mismo será mejorada."

EL TRANSFORMISMO DE LAMARCK

A pesar de que existe una multitud de científicos en los que podríamos encontrar atisbos de un evolucionismo primitivo, es en la obra de Jean Baptiste de Monet de Lamarck (1774-1829) donde aparece definida por primera vez una teoría científica sobre la evolución o la transformación de las especies, tal como el propio Darwin reconoce en el prefacio de la edición norteamericana del *Origen de las especies*. Hay que decir, sin embargo, que la primera parte de la vida científica de Lamarck parece caracterizarse por el seguimiento de las ideas fijistas del momento, según las cuales las especies se habían creado en un momento determinado y habían permanecido invariables a lo largo del tiempo. En esta época su actividad se dirigió hacia los estudios botánicos, en los que se destacó como creador de una nueva sistemática y como autor de una *Flora de Francia* (1778) que le valió la protección de Buffon y la entrada como conservador en el Jardín del Rey.

La Revolución francesa, durante la cual se organizó el Museo de Historia Natural de París, le encomendó el trabajo de profesor de "insectos, gusanos y animales microscópicos" en 1793. Esto hizo posible que el sabio francés iniciara el estudio taxonómico de los grupos peor estudiados por el gran clasificador Linneo, que se plasmó en su *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres* (1815-1822), y comenzase sus especulaciones transformistas, al intentar explicar los distintos niveles de complejidad en estos seres y compararlos con los restos fósiles.

Aunque en 1800 Lamarck expuso sus primeras ideas sobre la transformación de las especies, fue en 1809 cuando vio la luz pública su obra clásica *Philosophie zoologique*, en la que de un modo más explícito aparece su teoría evolucionista. Al igual que otros naturalistas de su época, Lamarck partió de la aceptación de la idea aristotélica de la gran cadena del ser o cadena de la naturaleza, pero quizá el cambio más significativo que introdujo fue el considerarla

no solo espacial sino temporalmente, en el sentido de lo más simple a lo más complejo, en un esquema de evolución gradual en cuya base situó a los organismos más simples, a los que hacía surgir constantemente por un proceso de generación espontánea. Hay que hacer constar que Lamarck supuso la existencia de dos series separadas —vegetal y animal—. Dentro de la última colocaba las clases en una serie lineal con algunas desviaciones laterales, atribuidas a anomalías —como en el caso de las aves— causadas por mecanismos secundarios.

En su teoría, Lamarck pensaba que las necesidades provocadas en los seres vivos por un medio ambiente en continuo cambio originaban la circulación de unos misteriosos y sutiles "fluidos internos", causantes de la modificación o aparición de nuevos órganos. Además, en el caso de los organismos zoológicos superiores, la existencia de una "consciencia interior" determinaba una reacción ante los cambios ambientales que a su vez provocaba una variación en los hábitos del animal, de tal forma que si estos implicaban el uso o desuso de una parte u órgano, este se fortalecería o se debilitaría —hasta llegar a desaparecer—, o dicho de otra manera, los hábitos modelarían los órganos. A esto habría que añadir la creencia de Lamarck de que estos cambios somáticos individuales provocados por la necesidad eran heredables, lo que explicaría, por ejemplo, la longitud del cuello de las jirafas o la presencia de zarpas en los carnívoros. La conclusión particular que extrae Lamarck en su *Philosophie zoologique* es la siguiente:

> … la Naturaleza, al producir sucesivamente todas las especies de animales y empezando por los más imperfectos o los más simples, ha complicado gradualmente su organización, y de estos animales, al esparcirse generalmente por todas las regiones habitables del globo, cada especie ha recibido la influencia de las circunstancias en las que ha contraído las costumbres que le conocemos y las modificaciones en sus partes que nos muestra la observación.

La interpretación de la teoría de Lamarck por el propio Charles Darwin en su prefacio habla por sí sola de la posible influencia en su obra y de lo que les diferencia:

> Este naturalista justamente célebre publicó su *Filosofía zoológica* en 1809, y la Introducción a su *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres* en 1815, en los que sostiene la doctrina de que las especies son descendientes unas de otras. Parece haber llegado a esta conclusión por la dificultad de distinguir especies y variedades, por la gradación casi perfecta de las formas en ciertos grupos y por la analogía con las producciones domésticas. Con respecto a los medios de modificación, atribuyó algo a la acción de las condiciones externas, algo al cruce de formas ya existentes, y mucho al uso y desuso o a los efectos del hábito. A esto último parece atribuir todas las hermosas adaptaciones de la naturaleza —como el largo cuello de la jirafa para alimentarse de las hojas de las ramas de los árboles—. Pero también creía en una ley de desarrollo progresivo; y como todas las formas de vida tendían así a progresar, para dar cuenta de la presencia de producciones muy simples en la actualidad sostenía que tales formas ahora se generaban espontáneamente.

También resulta muy interesante que en el prefacio que añadió en 1861 a la tercera edición inglesa del *Origen*, publicada por John Murray, que tituló como "Historical Sketch", copia casi calcada del prefacio de la edición de Nueva York del año anterior, eliminó el nombre de De Maillet, quizá demasiado heterodoxo para incluirle en la nómina de antepasados, y al hablar de las obras principales de Lamarck añadió un párrafo más generoso con el sabio francés:

> En estas obras sostiene la doctrina de que todas las especies, incluido el hombre, son descendientes de otras especies. Primero hizo el importante servicio de llamar la atención sobre la probabi-

> lidad de que todo cambio en el mundo orgánico, así como en el inorgánico, fuera el resultado de una ley y no de una intervención milagrosa.

Al comentar la influencia de Lamarck en su *Autobiografía*, Darwin afirmaba que había conocido su teoría por el profesor Grant en la Universidad de Edimburgo, aunque le costaba reconocer que hubiera sido fundamental en su pensamiento evolutivo:

> Un día en que paseábamos juntos, estalló [Grant] en expresiones de admiración hacia Lamarck y sus opiniones sobre la evolución. Yo le escuché en un silencio estupefacto y, hasta donde puedo juzgar, sin que sus palabras ejercieran ningún efecto sobre mi mente […] No obstante, es probable que el hecho de haber oído mantener y elogiar esa clase de opiniones en un momento de mi vida más bien temprano pudiera haber favorecido que también yo las sostuviera en forma diferente en mi obra *El origen de las especies*.

En cuanto a la opinión del coautor de la teoría evolutiva por selección natural, Alfred R. Wallace, sobre Lamarck, cabe decir que comentó brevemente su trabajo en el ensayo presentado a la Sociedad Linneana en 1858, *Sobre la tendencia de las variedades a alejarse indefinidamente del tipo original*, aunque confundiendo la idea de tendencia lamarckiana con la de deseo animal en los cambios morfológicos:

> La hipótesis de Lamarck —que los cambios progresivos en las especies han sido producidos por los intentos de los animales de aumentar el desarrollo de sus propios órganos, y así modificar su estructura y hábitos— ha sido repetida y fácilmente refutada por todos los investigadores sobre el tema de variedades y especies; parece que ha sido considerado que cuando esto se hizo toda la cuestión ha sido finalmente resuelta; pero la visión

aquí desarrollada considera tal hipótesis bastante innecesaria, por mostrarse que resultados similares deben ser producidos por la acción de principios constantemente utilizados en la naturaleza. Las poderosas garras retráctiles del halcón y los felinos no han sido producidas o incrementadas por la voluntad de esos animales, sino de entre las diferentes variedades que surgieron de las formas menos organizadas en esos grupos, en los cuales la mayor posibilidad de supervivencia era de aquellos que tuvieron mayor facilidad para capturar a su presa. Tampoco la jirafa adquirió su largo cuello por el deseo de alcanzar los follajes de los arbustos más elevados, constantemente alargando su cuello para tal propósito, sino por alguna variación que ocurrió entre sus tipos contrarios con un cuello más largo que el usual, de inmediato consiguieron asegurar una zona fresca de pasto sobre el mismo suelo que sus compañeros de cuello corto y a la primera escasez de comida estarían capacitados para sobrevivir estos últimos.

ÉTIENNE GEOFFROY SAINT-HILAIRE, EL TIPO ÚNICO Y LA RECAPITULACIÓN

Estas ideas fueron combatidas de forma violenta en su época, especialmente por Georges Cuvier (1769-1832), apoyado en investigaciones de anatomía comparada y de paleontología, y defendidas en parte por su colega en el Museo de Historia Natural de París Étienne Geoffroy Saint-Hilaire (1772-1844). Este último fue el autor de la teoría del arquetipo, por la que se entendía que todos los animales procedían de un único plan estructural en la Naturaleza, además de conceptos tan importantes como el de *homología*, conectando la anatomía comparada y la embriología.

Darwin incluyó a Geoffroy Saint-Hilaire en la nómina de sus predecesores comentando su interés y la prudencia del naturalista, que recomendaba dejar la resolución del problema al futuro:

> Geoffroy Saint Hilaire, según aparece en la biografía escrita por su hijo, sospechó, ya en 1795, que lo que llamamos especies son diversas degeneraciones del mismo tipo. No fue sino hasta 1828 cuando publicó su convicción de que las mismas formas no se han perpetuado desde el origen de todas las cosas. Geoffroy parece haber confiado principalmente en las condiciones de la vida, o el medio ambiente, como la causa del cambio. Fue cauteloso al sacar conclusiones, y no creía que las especies existentes estuvieran sufriendo modificaciones.

Según Armand de Quatrefages, situado en una posición intermedia en sus opiniones transformistas, para Geoffroy Saint-Hilaire, el autor de la *Philosophie anatomique*, la acción del medio ambiente era la causa única de los cambios producidos en los organismos; en su opinión, Lamarck se equivocaba al admitir que el animal puede reaccionar sobre él mismo por su voluntad o los hábitos en dirección a conseguir una finalidad. Geoffroy no tenía ninguna reserva en este punto, y parecía en consecuencia, siguiendo a su maestro Buffon, mirar los organismos como pasivos en medio de las transformaciones que ellos mismos sufrían. Geoffroy Saint-Hilaire llegaba a decir que "los animales que viven actualmente provienen, por una serie de generaciones sin interrupción, de animales extinguidos del mundo antediluviano". Ponía como ejemplo la posible descendencia de los actuales cocodrilos de los que existían en ese antiguo mundo, aunque prudentemente no se atrevía a buscar el origen remoto de todos los seres como intentaba Lamarck. Sin embargo, sostenía insistentemente la teoría de la existencia de prototipos primitivos y de chocar frontalmente con el adalid del fijismo, Georges Cuvier, con motivo de las pruebas fósiles halladas en diversos yacimientos, lo que evidenciaba la existencia de la evolución orgánica.

Para el posible estudio de la especiación Geoffroy pidió que se recurriese a la embriología y la teratología, donde podían hallarse pruebas de las transformaciones y no en los animales adultos, ade-

más de comprobarse los posibles cambios bruscos sin necesidad de tipos intermedios como sugería Lamarck para su lenta transformación de especies. Hay autores que incluso asignan a Geoffroy la prioridad en el establecimiento de una teoría de la recapitulación, según la cual los mamíferos, por ejemplo, en su desarrollo embrionario presentarían órganos característicos de otros grupos como los peces o los reptiles, hipótesis más tarde utilizada por varios autores evolucionistas.

Curiosamente Geoffroy Saint-Hilaire propuso algunas hipótesis que la biología molecular aplicada a la embriología ha confirmado. Algunas, como la planteada en 1822 al observar que el eje dorsoventral en vertebrados e invertebrados se encontraba invertido, proponían que deuterostomados y protostomados provenían de un antepasado común y en algún momento de la evolución este eje se habría invertido en los vertebrados, algo que parecen verificar los trabajos de De Robertis y Sasai en 1996, como veremos más adelante.

EL REVERENDO HERBERT Y EL PROFESOR GRANT

Entre los precursores reconocidos por el propio Darwin, aparecía también el reverendo W. Herbert, luego decano de Manchester, por sus contribuciones en el cuarto volumen de las *Horticultural Transactions* en 1822 y por su trabajo sobre Amaryllidaceae en 1837, en el que declaraba que "los experimentos hortícolas han establecido, más allá de la posibilidad de refutación, que las especies botánicas son solo una clase de variedades más alta y más permanente", extendiendo el mismo punto de vista para los animales. Herbert creía que las especies individuales de cada género se crearon en su origen en una condición altamente plástica, y que estas habían producido, principalmente por entrecruzamiento, pero también por variación, todas las especies existentes.

También incluyó Darwin entre sus célebres antecesores al profesor Grant, quien en 1826, en el párrafo final de un conocido ar-

tículo (*Edinburgh Philosophical Journal*, vol. XIV. p. 283) sobre el *Spongilla*, declaraba claramente que creía que las especies descendían de otras especies, por modificación, algo que luego confirmó en su 55ª Conferencia, publicada en *The Lancet* en 1834.

EL HORTICULTOR ESCOCÉS

Continuando con la breve descripción histórica de sus ilustres antecesores en las ideas evolucionistas, Charles Darwin recordó a un curioso personaje escocés que logró darle algunos dolores de cabeza y preocupaciones, aunque finalmente fue generoso con él. Se trataba del experto en horticultura Patrick Matthew (1790-1874), del que dejó escrito en sus *Sketches*:

> En 1831 el Sr. Patrick Matthew publicó su trabajo en la obra *On Naval Timber and Arboriculture*, en la que da precisamente la misma opinión sobre el origen de las especies que la propuesta por el Sr. Wallace y yo mismo en el *Linnean Journal*, y que se amplió en el presente volumen.
>
> Desafortunadamente, el Sr. Matthew la expuso muy brevemente en pasajes esparcidos en el Apéndice de un trabajo sobre un tema diferente, de modo que pasó inadvertida hasta que el mismo Matthew llamó la atención en la revista *Gardener's Chronicle* del 7 de abril de 1860. Las diferencias entre el punto de vista del Sr. Matthew y el mío no son de mucha importancia: parece considerar que el mundo estaba, en periodos sucesivos, casi despoblado y luego reabastecido; y da como alternativa que se pueden generar nuevas formas sin la presencia de ningún molde o germen de agregados anteriores. No estoy seguro de entender algunos pasajes; pero parece atribuir mucha influencia a la acción directa de las condiciones de vida. Sin embargo, vio claramente toda la fuerza del principio de la selección natural. En respuesta a una carta mía (publicada en *Gard. Chron.*, 13 de abril), en la que

reconozco plenamente que el señor Matthew me había anticipado, él, con generoso candor escribió una carta (*Gardener's Chronicle*, 12 de mayo) que contenía el siguiente pasaje:

> Para mí la concepción de esta ley de la Naturaleza llegó intuitivamente como un hecho evidente por sí mismo, casi sin un esfuerzo de concentración del pensamiento. El señor Darwin parece tener más mérito en el descubrimiento del que yo he tenido; para mí no apareció como un descubrimiento; él parece haberlo deducido por razón inductiva, lentamente y con la debida cautela, siguiendo su camino sintéticamente de hecho a hecho, mientras que para mí fue una mirada general al esquema de la Naturaleza, por lo que estimé esta selección de especies como un hecho *a priori* reconocible, un axioma que solo requiere ser señalado para ser admitido por mentes sin prejuicios de suficiente alcance.

La realidad es que Patrick Matthew había publicado una queja en el *Gardener's Chronicle* el 7 de abril de 1860 con el título "Ley de Selección Natural", diciendo que en el número del 3 de marzo había observado una larga cita del *Times*, que afirmaba que el señor Darwin "declaraba haber descubierto la existencia y *modus operandi* de la ley natural de la selección"; algo que él [Matthew] había descubierto antes y publicado en 1831 en su obra *On Naval Timber and Arboriculture*, como podía comprobarse por los párrafos que adjuntaba. Darwin se disculpó en la misma revista el día 21 de abril, anunciando además que incluiría la novedad en sus siguientes ediciones, como así lo hizo. Pero lo cierto es que su preocupación le había hecho escribir a Charles Lyell el día 10 para comunicarle su sorpresa y comentar que esa posible anticipación de ninguna manera era completa respecto a su teoría de la selección natural. El día 13 envió un texto a su amigo Hooker para que lo revisara, probablemente con la disculpa luego publicada en el *Gardener's Chronicle*, admitiendo cierta prioridad en la idea de selección natural, con el fin de evitar una pelea pública por este asunto. Dos días después de la nota seguía preocupado con el tema, si

tenemos en cuenta que lo comentó en otra carta a su amigo americano Asa Grey, y el 18 de mayo escribía al codescubridor de la ley de selección natural, Alfred R. Wallace, para comunicarle esta noticia. Según Darwin, Patrick Matthew explicaba de forma clara, pero muy brevemente, en media docena de párrafos, "nuestra visión de la selección natural" y había que considerarlo como el caso más completo de anticipación, lo que también afirmaba en otra carta al año siguiente dirigida al naturalista Quatrefages en la que negaba la prioridad de Charles-Victor Naudin.

El 13 de junio de 1862 se dirigía Darwin a Matthew para disculparse por no poder verle:

> Estimado señor supongo que tengo el placer de dirigirme al autor de la obra *On Naval Timber and Arboriculture* y el primer enunciador de la teoría de la selección natural. Pocas cosas me darían más placer que verle; pero mi salud es débil y tengo en la actualidad un hijo enfermo y no puedo recibir a nadie aquí, ni salir de casa en la actualidad. Quiero ir a Londres tan pronto como pueda; Si, por lo tanto, se quedase más de una semana, sería tan amable de comunicármelo, y si fuera capaz de llegar a Londres, me esforzaría por concertar una entrevista con usted, lo que me proporcionaría una gran satisfacción.

En diciembre el horticultor escocés se disculpaba por no haberle visto, pero había preferido no forzar su salida de su casa de campo para ir a Londres y esperaba un encuentro en Escocia, ya que pensaba que el cambio de lugar estimulaba la concepción mental, algo que realmente no cuadraba muy bien con Darwin, encerrado en su casa de Down. Es muy curiosa su observación en esta carta de que daba por investigado casi todo lo relacionado con el "descubrimiento", dado el avance que se había producido en poco tiempo, aunque reconocía el placer de trazar el "esquema de la Naturaleza". Casi un año más tarde, en noviembre de 1863, Emma Darwin escribía a Patrick Matthew disculpándose por no haber

podido contestar el propio Charles por estar enfermo desde hacía dos meses y aun así Matthew insistía en ver a Darwin el 6 de junio de 1864, bien en Londres o en Down. Años después, en 1871, tres años antes de su muerte, escribió de nuevo a Darwin renunciando a su propia hipótesis para afirmar la posible existencia de un diseño superior como responsable de la creación de la Naturaleza, a lo que Charles Darwin respondió de una forma breve y educada sin hacer comentarios.

Entre otros autores menores también citaba Darwin a C.S. Rafinesque, quien en su *New Flora of North America*, publicada en 1836, escribió lo siguiente: "Todas las especies pueden haber sido variedades una vez, y muchas variedades se están convirtiendo gradualmente en especies al adquirir caracteres constantes y peculiares", aunque más adelante agregaba "excepto los tipos primitivos o progenitores del género". También en 1843-1844, el profesor Haldeman (*Boston Journal of Natural History, United States*, vol. IV, p. 468) había dado hábilmente los argumentos a favor y en contra de la hipótesis del desarrollo y modificación de las especies.

CHAMBERS Y LAS FANTASÍAS DE UN NATURALISTA AFICIONADO

Una obra que tuvo mucha resonancia entre el público no especializado, cuando ya se acercaba la mitad de la centuria, fue *Vestiges of the Natural History of Creation* (1844), publicada de forma anónima por el editor Robert Chambers (1802-1871). Este anonimato en la publicación conllevó la atribución a Darwin de algunos de sus críticos más conservadores, un asunto que por una parte halagó a Darwin pero por otro lado le hacía sentirse "ultrajado", por la debilidad argumental de su autor en cuestiones científicas y la falta de pruebas empíricas; algo que sin duda empujó a Darwin a reunir un apabullante grupo de observaciones y experiencias para fundamentar su propia teoría. Al naturalista inglés le desagradaba la

simpleza de los *Vestiges* y la debilidad de su fundamentación científica, pero algunos amigos como Joseph Hooker mostraban una admiración sin límites por la valentía de Chambers en acometer tantos temas conflictivos. Años después conocería que su futuro amigo y codescubridor de la selección natural, Alfred Wallace, también fue un voraz lector de los *Vestiges*, un libro que presentaba un mundo en continuo cambio hacia el progreso.

Como ha indicado Janet Browne, los *Vestiges* transformaron de manera espectacular el debate sobre la evolución, enfureciendo a los teólogos y a algunos científicos como Adam Sedgwick, el viejo profesor de geología de Darwin. Además este libro introducía el pensamiento secular en los salones victorianos y provocaba una cierta fascinación en la sociedad por las ideas evolucionistas.

Secord, el gran estudioso de Chambers y la "gran sensación victoriana", en la introducción a la edición moderna de los *Vestiges* apuntaba que esta obra creó una de las grandes controversias públicas del siglo XIX en ambos lados del Atlántico, trasladando una cosmología que se había relacionado con los revolucionarios y los ateos a los salones en los que hacían tertulias hombres y mujeres respetables de la clase media británica. La obra reunía además una gran batería de conocimientos en astronomía, historia natural, geología, química, física, frenología, economía política y antropología. La ambición de Chambers le llevaba a preparar un libro que abarcaba desde la formación del universo, el registro de la vida y la evolución de las especies, hasta el futuro de los seres humanos. Era, según su autor, "el primer intento de conectar las ciencias naturales en una historia de la Creación".

Chambers tomaba como punto de partida la existencia de leyes naturales que guiaban la evolución del universo, para lo cual se apoyó en la hipótesis de Laplace, y daba por supuesta la existencia de otras que regulaban la evolución de los seres vivos. Aunque criticó abiertamente algunos postulados de Lamarck, del que se separaba al aceptar el sistema "quinario" de William Macleay —que clasificaba a los organismos en grupos de cinco, que se seguían sub-

dividiendo siempre en grupos de cinco—, algunos autores como Michael Ruse han comprobado que en algunas facetas importantes de su teoría se acercó bastante al sabio francés. Por ejemplo, en tanto que Lamarck distinguía líneas de evolución paralelas y continuas en la gran cadena del ser, Chambers creía en la existencia de diferentes "focos de producción orgánica", a partir de los cuales los diferentes organismos evolucionaban de forma paralela y progresiva.

Además postulaba dos "impulsos" vitales, uno primero bajo la providencia divina que impulsaba la organización de los seres vivos hasta llegar a las dicotiledóneas y los vertebrados, y otro que tendía, a lo largo de las generaciones, a modificar las estructuras orgánicas de acuerdo con las circunstancias externas, como la comida, la naturaleza del hábitat y los agentes meteóricos. Para aclarar esta teoría, Papp explicaba que el periodista escocés sostenía que el proceso cosmogónico no se establecía únicamente en el momento de la Creación, sino que seguía desenvolviéndose hasta la actualidad, dirigido por leyes naturales que en realidad eran expresiones de la voluntad divina.

Como en el caso de otros transformistas, la teoría de Chambers imaginaba, con el apoyo de los últimos descubrimientos embriológicos y paleontológicos, una evolución dirigida hacia lo más perfecto, es decir al hombre o, incluso, al superhombre del futuro. Además fue uno de los primeros en establecer la semejanza de las formas embrionarias de tipos zoológicos superiores con las formas adultas de tipos inferiores, de manera similar a lo que establecería el anatomista germano Johann Friedrich Meckel, idea luego desarrollada por Fritz Müller y Ernst Haeckel con su ley biogenética.

Dentro de la especie humana, que consideraba única, establecía grados de perfectibilidad desde el negro hasta el blanco caucásico, considerando a los grupos mongoloides, malayos, americanos y negros como degeneraciones del tipo original europeo, ya que en su esquema evolutivo cabían avances y regresiones. A pesar de que la crítica científica —en la que destacó el futuro defensor de Darwin, T.H. Huxley—, la filosófica y la teológica se ensañaron con los *Ves-*

tiges, la difusión popular de esta obra fue enorme. Esto favoreció el que la idea de evolución biológica empezara a flotar en los densos aires de la sociedad victoriana, tal como reconocía Darwin en su bosquejo histórico sobre la teoría evolutiva:

> El autor parece creer que la organización progresa por saltos repentinos, pero que los efectos producidos por las condiciones de vida son graduales. Discute con mucha fuerza sobre bases generales que las especies no son producciones inmutables. Pero no puedo ver cómo los dos "impulsos" suponen, en un sentido científico, las numerosas y bellas coadaptaciones que vemos en la naturaleza. No veo que obtengamos así una idea de cómo, por ejemplo, un pájaro carpintero se ha adaptado a sus hábitos de vida peculiares. La obra, de un estilo poderoso y brillante, aunque mostrando en las primeras ediciones poco conocimiento exacto y una gran falta de cautela científica, tuvo inmediatamente una amplia circulación. En mi opinión, ha hecho un excelente servicio al llamar en este país la atención sobre este tema, al eliminar los prejuicios y preparar así el terreno para la recepción de opiniones análogas.

OTROS ANTECESORES MÁS O MENOS ILUSTRES

En la misma dirección, el veterano geólogo Jean-Baptiste d'Omalius d'Halloy, discípulo de Lamarck, publicó en 1846 en un excelente aunque breve artículo (*Bulletins de l'Académie royale des sciences de Bruxelles*, t. XIII, p. 581), donde expuso su opinión de que era más probable que se hubieran producido nuevas especies por descendencia con modificaciones, que creadas por separado. Hay que indicar que aunque Darwin incluye en su nómina al profesor Owen por la incertidumbre sobre las causas de la creación de las especies, señalada en 1849 en su obra *On the Nature of Limbs*, no parece que haya una razón clara de esta inclusión si no es por la celebridad de este científico.

Algo más razonable parece que Darwin citara a Isidore Geoffroy Saint-Hilaire, al que hizo referencias abundantes en otras obras como *The Variation of Animals and Plants under Domestication* (1868). Hizo referencia especial a sus conferencias pronunciadas en 1850 (de las cuales apareció un resumen en la *Revue et magasin de zoologie pure et apliquée*, en enero de 1851), donde explicaba brevemente su razón para creer que las especies que se mantienen constantes bajo unas mismas circunstancias podrían transformarse si el medio ambiente cambiaba, como podía observarse entre los animales salvajes; una idea luego desarrollada en su *Histoire naturelle générale des règnes organiques* (1854-1862).

Por referencias lejanas Darwin también citaba a Henry Freke, quien en 1851 (*Dublin Medical Press*, p. 322), propuso una doctrina por la que se entendía que todos los seres orgánicos habían descendido de una forma primordial. Sus fundamentos y el tratamiento del tema eran completamente diferentes a los de Darwin, pero había que tenerlo en cuenta ya que además acababa de publicar su ensayo *On the Origin of Species by Means of Organic Affinity* (1861), que Darwin prefería no comentar. Asimismo, Darwin incluía a un autor importante en el mundo de las ideas como era Herbert Spencer, por un ensayo (publicado originalmente en *The Leader*, en marzo de 1852, y reeditado en sus *Ensayos* en 1858), en el que había contrastado las teorías de la creación y el desarrollo de seres orgánicos con una habilidad y fuerza notables. Spencer establecía sus principios a partir de la analogía de las producciones domésticas, de los cambios que sufrían los embriones de muchas especies, de la dificultad de distinguir especies y variedades, y del principio de gradación general, para concluir que las especies se habían modificado por los cambios del medio o las circunstancias.

En 1852 (*Revue horticole*, p. 102) Charles Victor Naudin, un distinguido botánico, había escrito expresamente su creencia de que las especies se forman de manera análoga a medida que las variedades se cultivan, y atribuía este último proceso al poder de selección del hombre. Pero no mostraba cómo actúa la selección en

la naturaleza. Pensaba, según Darwin, como Herbert, que las especies, cuando nacieron, eran más plásticas que en la actualidad, y suponía una finalidad en esa posible transformación de las especies. Darwin comentaba también que según las referencias en *Untersuchungen über die Entwickelungs-Gesetze der organischen Welt…* de H.G. Bronn, parecía que el célebre botánico y paleontólogo Franz Joseph Unger había publicado, en 1852, su idea de que las especies experimentaban desarrollo y modificación. Eduard Joseph d'Alton, igualmente, en el trabajo con Heinz Pander sobre *Fossil Sloths*, expresó, en 1821, una creencia similar. Lorenz Oken había mantenido puntos de vista similares en su mística *Natur-Philosophie*. Con menos conocimientos directos, Darwin explicaba que según algunas referencias en la obra de D.A. Godron *De l'espèce*, parecía que Bory de Saint-Vincent, Karl Burdach, J.-L. Poiret y Fries habían admitido que continuamente se producían nuevas especies.

Algo más rebuscada era la relación de la nueva teoría evolutiva con la obra de un célebre geólogo, el conde Keyserling, quien en 1853 sugirió que en ciertos periodos los gérmenes de las especies existentes podían haber sido químicamente afectados por moléculas circundantes de una naturaleza particular dando lugar a nuevas formas. Charles Darwin comentaba también que, en este mismo año de 1853, el doctor Schaaffhausen había publicado un excelente folleto (*Verhand. des Naturhist. Vereins der Preuss. Rheinlands &c.*), en el que mantenía el desarrollo progresivo de las formas orgánicas en la Tierra. Este autor pensaba que muchas especies se habían mantenido fijas por largos periodos, mientras que unas pocas se habían modificado. Asimismo consideraba que la distinción de especies se explicaba por la destrucción de formas graduadas intermedias: "Por lo tanto, las plantas y los animales vivos no están separados de la extinción por nuevas creaciones, sino que deben considerarse como sus descendientes mediante la reproducción continua."

Asimismo, Darwin comentaba en su estudio histórico que la filosofía de la creación había sido tratada de manera magistral por

el reverendo Baden Powell, en sus *Essays on the Unity of Worlds* (Ensayos sobre la unidad de los mundos), en 1855. Para el autor del *Origen de las especies* nada podía ser más sorprendente que la forma en que Powell mostraba que la introducción de nuevas especies era "un fenómeno regular, no un fenómeno casual" o, como lo expresaba Sir John Herschel, "un proceso natural contrario a un proceso milagroso". Más curioso es que el mismo Darwin se incluya entre los antecesores de la teoría al reconocer el ensayo conjunto con Wallace en 1858 incluido en el tercer volumen del *Journal of the Linnean Society*, que contiene los artículos, leídos el 1 de julio de 1858 por Wallace y él mismo, en los cuales la teoría de la selección natural fue promulgada por Wallace con admirable fuerza y claridad.

Darwin resumía los antecedentes históricos descritos con una curiosa valoración por disciplinas:

> Puedo agregar que, de los treinta autores mencionados en este bosquejo histórico, que creen en la modificación de las especies, o que al menos no creen en actos separados de creación, veinticinco han escrito sobre ramas especiales de la historia natural: de estos solo tres son geólogos, nueve son botánicos y trece zoólogos; pero varios de los botánicos y zoólogos han escrito sobre paleontología o sobre geología.

El texto del bosquejo histórico de Charles Darwin terminaba con los últimos apoyos a su teoría evolutiva por dos importantes científicos que daban mayor autoridad a sus afirmaciones: Thomas H. Huxley y Joseph Dalton Hooker.

3
LA GÉNESIS DE LA NUEVA TEORÍA EVOLUTIVA

LA SELECCIÓN NATURAL Y LA LUCHA POR LA EXISTENCIA

A su vuelta a Inglaterra en octubre de 1836, Darwin se instaló en Londres, en un primer periodo en el que publicó el relato de su viaje y los resultados zoológicos de la expedición (*Zoology of the Voyage of H.M.S. Beagle, 1838-1843*). En 1842, tres años después de su enlace matrimonial con su prima Emma Wedgwood, se trasladó a su casa de Down, en Kent, donde desarrollaría la mayor parte de su extraordinaria obra científica. Este mismo año publicó sus estudios sobre los arrecifes coralinos en la obra *The Structure and Distribution of Coral Reefs* (*La estructura y distribución de los arrecifes de coral*), y comenzó a desarrollar su primer esquema sobre el origen de las especies, después de realizar intensas investigaciones sobre la selección artificial en animales y plantas, además de asimilar algunas lecturas fundamentales para el desarrollo de su teoría, como él mismo nos comenta en su *Autobiografía*:

> Era evidente que hechos como estos —se refiere a la variabilidad observada en el viaje y al posible parentesco entre especies próximas— solo se podrían explicar suponiendo que las especies se modifican gradualmente, cuestión que me fascinaba. Pero era, asimismo, evidente que ni la acción de las condiciones ambientales ni la voluntad de los organismos (especialmente en el caso de las plantas) podían explicar los innumerables casos en los que los organismos de todo tipo se hallan maravillosamente adaptados a sus hábitos de vida… Tras mi vuelta a Inglaterra me pareció que, siguiendo

> el ejemplo de Lyell en geología y recogiendo todos los hechos que tuviesen algo que ver con la variación de animales y plantas en situación de domesticación o de naturaleza, quizá se hiciese alguna luz sobre la cuestión. Abrí mi primer cuaderno de notas en julio de 1837. Trabajaba desde un punto de vista genuinamente baconiano y, sin teoría alguna, recogí hechos en gran escala, especialmente en lo que se refiere a las producciones en condiciones de domesticación, enviando cuestionarios impresos, utilizando conversaciones con experimentados criadores y jardineros y leyendo a mansalva… Pronto me di cuenta de que la selección era la clave del éxito humano en la creación de razas útiles de animales y plantas.

Todavía no tenía claro cómo traspasar esta idea de selección desde el mundo de los criadores al mundo natural, pero tuvo en esos años la feliz idea de adaptar las tesis de Malthus a su esquema evolutivo:

> En octubre de 1838, es decir, quince meses después de iniciar mi investigación sistemática, me puse a leer por distracción el escrito de Malthus sobre la población, y hallándome bien dispuesto para apreciar la lucha por la existencia que se desarrolla por doquier, gracias a una larga y continua observación de los hábitos de los animales y las plantas, inmediatamente se hizo claro que bajo tales circunstancias las variaciones favorables tenderían a preservarse y las desfavorables a destruirse. El resultado de ello sería la formación de una nueva especie. Así pues, ahí tenía una teoría al fin con la que trabajar.

Aunque es cierto que fue la obra de Thomas Robert Malthus *An Essay on the Principle of Population* (*Ensayo sobre el principio de la población*) la que desató el interés de Darwin por este fenómeno de constante lucha de los seres vivos por sobrevivir, recordaremos que, como apunta Hans Querner, su abuelo Erasmus ya había propuesto, aunque de forma poco elaborada, la idea de la lucha por la existencia, como puede verse en estos versos fragmentarios:

Incluso la alegre Flora, que no puede vencer sin una lucha feroz,
en la que sucumben millares…
Hordas de insectos insaciables matan las delicadas flores y sus
capullos…
Aire, tierra y mar son solo una tumba, un inmenso campo de sangre.
El hambre ataca, los dardos de la muerte surcan
el mundo convertido en un matadero donde todos luchan.

La idea básica estaba, pues, en el aire, pero hacía falta que la mente de Darwin la integrara en una doctrina más general, que explicara la variabilidad de las poblaciones y el origen de las especies en un proceso evolutivo lento y gradual, "sin saltos". Por otra parte, el concepto de "lucha por la existencia" de Darwin no era tan restringido, puesto que suponía el enfrentamiento de los seres vivos con cualquier circunstancia adversa y no solo el de la lucha directa de unos contra otros, para, además, conseguir que el número de descendientes fuera lo más elevado posible. En cuanto a la idea de "selección natural", hay que considerar que surge por un procedimiento analógico basado en sus observaciones en el curioso mundo de los criadores, que Darwin conoció por su pertenencia a dos *Pigeons clubs* y que más tarde extendió a la Naturaleza, capaz de eliminar lo que es desfavorable, sin que ello supusiera una especie de conciencia activa o divina por su parte: "He dado el nombre de selección natural o de persistencia del más apto a esta conservación de las diferencias y de las variaciones individuales favorables y a esta eliminación de las variaciones perjudiciales."

Para precisar un poco las ideas del sabio inglés, veamos lo que dice en la sexta edición del *Origen de las especies*, cuando intenta simplificar los postulados fundamentales de su teoría de la evolución, que supone producida

> … principalmente por la selección natural de variaciones numerosas, sucesivas y pequeñas, asistida de manera importante por los efectos heredados del uso y desuso de las partes, y de un modo

> poco importante, por lo que respecta a las estructuras adaptativas pasadas o presentes, por la adición directa de las condiciones externas, así como por las variaciones que en nuestra ignorancia se nos antojan espontáneas.

Una vez que Darwin fijó su teoría principal de la evolución, basada en los mecanismos de la selección natural y de la lucha por la existencia, la rodeó de pequeñas teorías auxiliares que le confirieron una solidez prácticamente inexpugnable, a pesar de utilizar hipótesis erróneas, como la herencia intermedia, o de manejar la posibilidad de la herencia de caracteres adquiridos. Lo cierto es que la propia imprecisión de algunos términos o el diferente peso relativo que Darwin confería a los distintos mecanismos evolutivos, según le interesaba, dio robustez a esta teoría, que se libraba así fácilmente de sus críticos.

LA COINCIDENCIA CON ALFRED R. WALLACE

Siempre se ha dicho que el detonante que provocó la publicación del *Origen de las especies* fue una carta a Darwin, enviada desde la isla de Ternate, en el archipiélago malayo, en 1858, por el explorador naturalista Alfred Russel Wallace (1823-1913), en la que le exponía sus últimas ideas sobre la diversificación de las especies y le adjuntaba un breve trabajo, *On the Tendency of Varieties to Depart lndefinitely from the Original Type* (Sobre la tendencia de las variedades a apartarse indefinidamente del tipo original), redactado mientras estaba enfermo con fiebres intermitentes, para que recomendase su publicación. El asunto no parece tan sencillo y requiere una mayor explicación para poder entender el nerviosismo que produjo este artículo enviado desde un lugar remoto al ya eminente naturalista británico instalado en los círculos más influyentes de la historia natural inglesa.

No podemos obviar que en 1855, tres años antes del famoso episodio, Lyell había recomendado a Darwin la lectura de un ar-

tículo de Wallace por el parecido a sus ideas evolutivas, algo que hizo el sabio sin darle aparentemente gran importancia por considerarlo apegado a la idea de creación, o al menos así aparece en algunas notas. Asimismo, el zoólogo Edward Blyth (1810-1873) escribió a Darwin desde Calcuta en diciembre de 1855 comentando este artículo de Wallace aparecido poco antes en los *Annals and Magazine of Natural History* con el título "On the law which has regulated the introduction of new species" (Sobre la ley que ha regulado la introducción de nuevas especies), con unas alabanzas que parece no compartir por completo Darwin, si atendemos a las notas marginales que se han conservado en su ejemplar de esta revista. El propio Darwin reconocía a Wallace en una carta de 1857 el impacto del artículo en sus dos amigos y su valoración de sus teorizaciones sobre la distribución de los animales, al considerar que la especulación teórica enriquecía y hacía más originales las observaciones de historia natural. Compartía las conclusiones del artículo, pero consideraba que él iba mucho más allá que Wallace en sus ideas evolutivas.

La mejor opción para comprender este asunto es ir directamente a ver qué proponía Wallace en este primer trabajo de 1855 y comprobar si realmente ya esbozaba una teoría evolutiva similar a la de Darwin o era algo mucho menos elaborado que los borradores de este en sus famosos cuadernos. El artículo fechado en Sarawak, en Borneo, contenía algunos principios imprescindibles para sostener la teoría propuesta. Por ejemplo, Wallace afirmaba que las investigaciones geológicas habían demostrado que el estado actual de la Tierra, y los organismos que ahora la habitaban, no eran sino la última etapa de una larga e ininterrumpida serie de cambios que había sufrido de forma gradual pero completa, en la que unas especies habían desaparecido y otras se habían creado en diferentes regiones biogeográficas, con un claro apoyo en los *Principios de Geología* de Lyell. La conclusión más clara para Wallace era la de poder formular una ley que expresaba que "todas las especies han surgido, tanto en el espacio como en el tiempo, de una especie próximamen-

te afín". Esta afirmación que anotó Darwin en sus comentarios al trabajo tenía en cuenta algunas observaciones como las de los órganos rudimentarios en los animales o el concepto de *antitipo* para denominar a los antepasados comunes a diferentes especies, que podían representarse en algo parecido a un árbol filogenético ramificado, con líneas paralelas o divergentes, otro asunto que llamó la atención de Darwin (anotó "usa mi símil del árbol"). En sus comentarios sobre la sustitución progresiva de especies y al plantearse la posibilidad de una hipótesis de progreso o perfectabilidad, Wallace quiso dejar claro que no siempre se llegaba a un grado superior de organización y que él solo planteaba una ley de cambio gradual, lo que se traducía en que, tras un largo periodo, podían aparecer nuevas especies con mayor o menor complejidad en forma y estructura que las que tenían las especies que las precedieron.

Asimismo indicaba ya el aislamiento geográfico como una posible causa en la creación de nuevas especies:

> Un país que tenga especies, géneros y familias enteras que le sean peculiares, será el resultado necesario de haber estado aislado por un largo periodo, suficiente para que muchas series de especies se hayan creado sobre el tipo de especies preexistentes que, así como muchas de las especies formadas anteriormente, se han extinguido y, por lo tanto, han hecho que los grupos aparezcan aislados.

En el caso de aislamiento en archipiélagos ponía precisamente como ejemplo las islas Galápagos, algo que tampoco pasó inadvertido en las notas de Darwin, quizá sorprendido por el uso de este ejemplo tan querido para él. Además ya marcaba Wallace la posibilidad de otros aislamientos por diferentes barreras naturales que producían un aislamiento reproductivo que finalmente conduciría a la creación de nuevas especies, como en el caso de las dos vertientes de los Andes, en las que aparecían especies distintas.

Respecto al posible parentesco evolutivo entre los grandes grupos, Wallace se manifestaba optimista en cuanto a la investigación

futura: "Las grandes brechas que existen entre peces, reptiles, pájaros y mamíferos, sin duda, serían suavizadas por grupos intermedios, y todo el mundo orgánico será visto como un sistema inquebrantable y armonioso."

El final del trabajo de Sarawak definía de nuevo la ley con la que concluía: "Cada especie ha venido a la existencia coincidiendo tanto en el tiempo como en el espacio con una especie preexistente estrechamente relacionada."

La génesis de los postulados evolucionistas de Wallace había sido similar a la de Darwin, puesto que, si este último había recibido el influjo de la majestuosa naturaleza americana en su periplo a bordo del *Beagle*, el primero ya había recorrido el territorio de América del Sur entre 1848 y 1852, en compañía del naturalista Henry Walter Bates (1825-1892), con quien descubrió algunas de las claves del mimetismo animal, para dirigirse posteriormente hacia Indonesia. Por otra parte, Wallace, considerado más tarde como uno de los fundadores de la biogeografía moderna por los trabajos que le condujeron a la publicación, en 1876, de su obra *The Geographical Distribution of Animals*, se había formado teóricamente a la luz de las obras de Lyell, Chambers, Malthus y el propio Darwin, por lo que no es extraño que sus conclusiones resultasen bastante similares a las de este último. Los orígenes de la teoría seleccionista de Wallace quedaron expuestos en unos párrafos de su *Autobiografía*, publicada por Mason (1986):

> En febrero de 1858… el problema [de la evolución] se me planteó y algo me llevó a pensar en los controles positivos descritos por Malthus en su *Ensayo sobre el principio de la población*, libro que había leído varios años antes y que dejó una huella profunda y permanente en mi mente. Estos controles —guerra, enfermedad, hambre y similares— tienen que actuar, se me ocurrió a mí, tanto sobre los animales como sobre los hombres. Pasé entonces a considerar la multiplicación enormemente rápida de los animales, lo que hace que estos controles sean en ellos mucho más efectivos

> que en el hombre, y mientras cavilaba vagamente sobre este hecho se me ocurrió de pronto la idea de la supervivencia del más apto; esto es, que los individuos eliminados por estos controles deben ser por norma general inferiores a los que sobreviven. Redacté mi escrito… y se lo envié con el siguiente correo al Sr. Darwin.

Como ha indicado J. Templado, hay que señalar como excepción en las coincidencias entre Darwin y Wallace la desconfianza de este último hacia las comparaciones con las variaciones aparecidas en los animales domésticos, que consideraba anormales, irregulares, artificiales y dependientes del continuo cuidado del hombre. Asimismo, Wallace siempre se mostró reticente ante las explicaciones que daba Darwin de algunos fenómenos biológicos por medio de la selección sexual, cuya importancia le pareció mucho menor que la que le concedía el autor del *Origen*. A pesar de que el trabajo de Wallace pudo causar cierta incomodidad a Darwin, puesto que él perdía así la prioridad del descubrimiento de los mecanismos de la evolución, envió el trabajo para su publicación a Lyell. El sabio geólogo, conocedor de los primeros borradores de la obra de Darwin, decidió —con la conformidad de Joseph Hooker— enviar los trabajos de Wallace y Darwin a la Linnean Society de Londres, en la que fueron leídos el 1 de julio de 1858, sin que causaran ninguna conmoción en el mundo científico.

Esta coincidencia entre Wallace y Darwin, al parecer obligó a este último a desplegar todos sus esfuerzos con el fin de dar a conocer, de forma más elaborada, su teoría de la evolución, aunque de entrada escribió a su amigo Charles Lyell para comunicarle su desconcierto ante un trabajo que parecía un resumen de sus ideas. En general se ha interpretado que la solución buscada por Lyell y Hooker de hacer una presentación conjunta en la Linnean Society con posterior publicación de los trabajos de Darwin y Wallace, fue lo justo para un descubrimiento científico múltiple. Quizá habría que matizar un poco esta afirmación ya que aparecieron descompensados los dos trabajos de Darwin, un resumen de su teoría y

una carta al norteamericano Asa Gray con una exposición de sus principios, frente al único trabajo de Wallace, el de Ternate, sin tener en cuenta sus trabajos previos como el de Sarawak antes comentado. De alguna manera se buscaba la prioridad de Darwin, el científico instalado en la buena sociedad londinense con múltiples redes internacionales, frente al recolector naturalista situado fuera de la órbita científica metropolitana hasta unos años después. El propio Charles Darwin reconoció esta situación de desventaja para Wallace, y en una significativa carta enviada el 6 de abril de 1859, poco antes de la aparición del *Origen*, le decía:

> No puedo decirle cómo admiro su espíritu, por la manera en que ha tomado todo lo que se hizo para publicar nuestros trabajos. En realidad le había escrito una carta, declarando que no publicaría nada antes de que usted lo hiciera. No había enviado todavía esa carta a correos, cuando recibí una de Lyell y Hooker, instándome a enviarles algún manuscrito que les permitiese actuar como ellos consideraran justo y honroso para ambos, y así lo hice.

La posición de Wallace fue siempre amistosa, modesta en exceso, libre de envidia o celos y llena de admiración por Darwin, a cuyo lado había colocado la historia su nombre, aunque quizá en un injusto segundo lugar visto desde ahora y siempre en relación con estos primeros trabajos sobre la teoría evolutiva. Ya en 1869, al publicar su famoso libro sobre el archipiélago malayo, Wallace le hacía la siguiente dedicatoria: "A Charles Darwin, autor de *El origen de las especies*, dedico este libro, no solo como una señal de estimación personal y amistad, sino también para expresar mi admiración profunda hacia su genio y sus obras."

Asimismo, la respuesta a la muerte de Darwin en 1882 fue un artículo al año siguiente con el título "The debt of science to Darwin", publicado en la revista *The Century Magazine*, en la que Wallace exponía los méritos de Darwin en relación con su teoría sobre el origen de las especies, con la que se había acercado a resolver el

misterio de los misterios y como naturalista de mérito, tanto en el campo de la geología, con sus trabajos sobre la formación de la cordillera andina o sobre los arrecifes de coral, como zoólogo, con sus investigaciones sobre las lombrices de tierra, los invertebrados marinos, los insectos, etc. También enaltecía la obra de Darwin como antropólogo por su obra sobre el origen del hombre, como botánico que había estudiado las orquídeas, las formas de las flores y sus sistemas de fecundación, las plantas trepadoras, las insectívoras, etc., o como el gran biólogo que había desarrollado especialmente la idea de selección natural unida a otras como la adaptación, la selección sexual o la lucha por la existencia en el mundo natural, que por otra parte había contrastado con lo que sucedía en el mundo de la selección artificial en la formación de razas y variedades por obra del ser humano.

Wallace solo consideraba comparable la obra de Darwin con la de científicos de la talla de Tycho Brahe, Kepler y especialmente Newton, que había iluminado las leyes del universo. Como ha señalado Noguera, utilizó un poema similar al de Alexander Pope dedicado a Newton para ensalzar la obra de Darwin al final del trabajo recién mencionado: "La Naturaleza y sus leyes yacían ocultas en la noche; Dios dijo: 'Sea Darwin', y todo fue luz."

EL ORIGEN DE LAS ESPECIES

Tras la coincidencia con Wallace, la muerte reciente de su hijo Charles Waring el 28 de junio por escarlatina, según una noticia aparecida en *The Times,* y debido a su enfermedad crónica, tan discutida por la historiografía de diversas formas, desde una enfermedad psicológica con capítulos de ansiedad, trastornos estomacales, vómitos, etc., hasta considerar la existencia real del mal de Chagas, contraído en su viaje americano, Darwin se trasladó a la isla de Wight donde comenzó en julio de 1858 el resumen de lo que había planeado inicialmente como un libro titulado *Natural Selection*.

Por fin, en el otoño de 1859 se publicó *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life* (*El origen de las especies por medio de la selección natural, o la conservación de las razas favorecidas en la lucha por la existencia*), verdadero punto de arranque de la biología contemporánea.

La publicación de la obra de Darwin fue un auténtico éxito editorial, ya que el mismo día de su aparición en Londres se vendieron los 1 250 ejemplares que constituían esta primera edición, realizada por John Murray. En el mes y medio siguiente se vendieron 3 000 más, y en siete años se alcanzó la cifra de 60 000, a lo que habría que añadir las numerosísimas traducciones a otros idiomas que se realizaron desde entonces. Como ha indicado Papp (1983), pocas obras han alcanzado un éxito tan rápido en la historia de la ciencia, si exceptuamos las de Galileo y Newton, cuestión que hizo que el propio Darwin intentase explicarse la causa de aquel interés por su obra:

> Se ha dicho que el éxito de *El origen de las especies* proviene de que el problema estaba en el ambiente o de que los ánimos estaban predispuestos. No creo que esta opinión sea exacta, porque sondeé oportunamente a varios naturalistas, y no encontré jamás uno que pareciera dudar de la fijeza de las especies. Incluso Lyell y Hooker me escucharon con interés, pero no parecieron de modo alguno compartir mi opinión. Intenté una o dos veces explicar a personas competentes lo que yo entendía por selección natural, pero fracasé de modo notorio. Lo que debe ser cierto es que estos hechos, innumerables y bien observados, penetraban insensiblemente en el espíritu de los naturalistas, y estuvieran prestos a tomar cuerpo en el momento en que se presentara una teoría suficientemente explicada.

Esta obra cumbre de Charles Darwin comenzaba dando crédito a los que pensaron entonces y ahora que el viaje en el *Beagle* fue fundamental para resolver el tema del origen de las especies:

> Cuando iba como naturalista a bordo del *Beagle*, buque de la marina real, me sorprendieron mucho ciertos hechos que se presentan en la distribución geográfica de los seres orgánicos que viven en América del Sur, y en las relaciones geológicas entre los habitantes actuales y los pasados de aquel continente. Estos hechos, como se verá en los últimos capítulos de este libro, parecían arrojar alguna luz sobre el origen de las especies, ese misterio de los misterios…

Según el propio autor del *Origen*, había consagrado todo su tiempo desde 1854 a efectuar observaciones y realizar experimentos en relación con la "transmutación" de las especies, tras haber reflexionado sobre tres hechos que había observado en su viaje: los fósiles de grandes animales en la pampa argentina recubiertos de un caparazón como los actuales armadillos, los cambios de animales emparentados a medida que avanzaba hacia el sur en América y en tercer lugar la variabilidad en las islas Galápagos y la relación de los animales de este archipiélago con la fauna sudamericana continental. Todos estos hechos apuntaban hacia la existencia de una evolución gradual de las especies, aunque quedaba siempre por resolver cómo se habían adaptado los diferentes seres vivos a los distintos medios, un asunto en el que estuvo ocupado desde julio de 1837, con observaciones en el mundo natural, en el de los cultivadores de plantas y en el de los ganaderos que se ocupaban de la selección de animales domésticos.

Darwin daba a conocer esta obra como la síntesis de aquella otra que llevaba años preparando para explicar el mecanismo de selección natural, un resumen "imperfecto" de más de 500 páginas, sin referencias, forzado por la aparición en escena de Alfred R. Wallace y la petición de sus amigos Lyell y Hooker. En su introducción Darwin manifestaba que era comprensible que los nuevos naturalistas al reflexionar sobre las afinidades de los seres orgánicos, sus relaciones embriológicas, su distribución geográfica, la sucesión geológica, etc., llegasen a la conclusión de que probablemente

las especies descendían, como variedades, de otras especies. Para acercarse al estudio de este fenómeno podían seguirse varias estrategias, pero Darwin, que había experimentado frecuentemente con variedades domésticas de algunos animales y obtenido una enorme información sobre animales y vegetales, decidió buscar las analogías con las variedades silvestres, por lo que dedicó el primer capítulo a la variación "en estado doméstico". Podía así analizar la selección artificial de las pequeñas variaciones que iban dando lugar a nuevas variedades de organismos, algo que podía compararse con el estudio de la variación en la naturaleza. Los ejemplos en perros, gatos o palomas domésticas demostraban esa variabilidad, a pesar de que para explicar algunos fenómenos en la descendencia Darwin no poseía una buena teoría sobre la herencia, lo que le obligaba a dejar abiertas algunas cuestiones que solo se resolverían unos años más tarde con las famosas y entonces desconocidas leyes de Mendel.

Asimismo estudiaba el filtro de la variabilidad en la lucha por la vida o la existencia, aplicando la ley de Malthus, según la cual los recursos crecían aritméticamente en la naturaleza en tanto que los individuos lo hacían en progresión geométrica, provocando un desajuste que obligaba a la eliminación de los menos aptos. Cualquier variación beneficiosa, por leve que pareciera, supondría una ventaja para adaptarse al medio, ya que estos individuos serían seleccionados naturalmente, sin ninguna acción voluntaria como sucedía en el caso de la selección artificial, un asunto central que Darwin trató en el cuarto capítulo del *Origen*:

> Si en condiciones variables de vida los seres orgánicos presentan diferencias individuales en casi todas las partes de su estructura —y esto es indiscutible—, si hay, debido a su progresión geométrica, una rigurosa lucha por la vida en alguna edad, estación o año —y esto, ciertamente, es indiscutible—, considerando entonces la complejidad infinita de las relaciones de los seres orgánicos entre sí y con sus condiciones de vida, que hacen que sea venta-

> josa para ellos una infinita diversidad de estructura, constitución y costumbres, sería el hecho más extraordinario que no se hubiesen presentado nunca variaciones útiles a la prosperidad de cada ser, del mismo modo que se han presentado tantas variaciones útiles al hombre. Pero si las variaciones útiles a un ser orgánico ocurren alguna vez, los individuos caracterizados de este modo tendrán seguramente las mayores probabilidades de conservarse en la lucha por la vida y, por el poderoso principio de la herencia, tenderán a producir descendientes con caracteres semejantes. A este principio de conservación o supervivencia de los más adecuados lo he llamado selección natural.

Añadía Darwin la posibilidad casi cierta de un progresivo perfeccionamiento de cada organismo en relación con sus condiciones de vida orgánica e inorgánica, es decir un progreso en la organización, lo que podría parecer poco darwiniano, aunque rápidamente aclaraba que las formas inferiores podían persistir mucho tiempo si estaban bien "adecuadas a sus condiciones sencillas de vida", algo que empíricamente se podía comprobar al observar desde bacterias arcaicas hasta seres complejos como la propia especie humana.

Aunque la posible intervención sexual no la desarrollaría Darwin hasta unos años más adelante, aquí ya apuntaba que en muchos animales la selección sexual había colaborado con la "selección ordinaria", asegurando a los machos más vigorosos y mejor adaptados el mayor número de descendientes. En el resumen del capítulo dedicado a la selección natural apuntaba también que esta podía dar lugar a la extinción de algunas especies y al fenómeno de divergencia de caracteres, aspecto esencial en el fenómeno de especiación, ya que "cuanto más diversos lleguen a ser los descendientes, tanto más aumentarán sus probabilidades de triunfo en la lucha por la vida". El mejor modelo que desarrolla Darwin para comprender la selección natural enlazada con el fenómeno de la lucha por la existencia y la adaptación aparece en su libro en forma de árbol, algo que había bosquejado muchos

años antes en sus apuntes y que también aparecía levemente en el trabajo inicial de Wallace:

> Las afinidades de todos los seres de la misma clase se han representado algunas veces por un gran árbol. Creo que este ejemplo expresa mucho la verdad; las ramitas verdes y que dan brotes pueden representar especies vivientes, y las producidas durante años anteriores pueden representar la larga sucesión de especies extinguidas. En cada periodo de crecimiento, todas las ramitas que crecen han procurado ramificarse por todos lados y sobrepujar y matar a los brotes y ramas de alrededor, del mismo modo que las especies y grupos de especies en todo tiempo han dominado a otras especies en la gran batalla por la vida. Las ramas mayores, que arrancan del tronco y se dividen en ramas grandes, las cuales se subdividen en ramas cada vez menores, fueron en un tiempo, cuando el árbol era joven, ramitas que brotaban, y esta relación entre los brotes pasados y los presentes, mediante la ramificación, puede representar bien la clasificación de todas las especies vivientes y extinguidas en grupos subordinados unos a otros. De las muchas ramitas que florecieron cuando el árbol era un simple arbolillo, solo dos o tres, convertidas ahora en ramas grandes, sobreviven todavía y llevan las otras ramas; de igual modo, de las especies que vivieron durante periodos geológicos muy antiguos, poquísimas han dejado descendientes vivos modificados. Desde el primer crecimiento del árbol, muchas ramas de todos los tamaños se han secado y caído, y estas ramas caídas, de varios tamaños, pueden representar todos aquellos órdenes, familias y géneros enteros que no tienen actualmente representantes vivientes y que nos son conocidos tan solo en estado fósil.

Este modelo arborescente podía explicar la aparición de nuevas especies emparentadas con otras anteriores, la extinción de algunas y la existencia de algunos grupos atávicos o extraños en la naturaleza, como el ornitorrinco (*Ornithorhynchus anatinus*), ma-

mífero que pone huevos y no tiene mamas, o el pez pulmonado de Sudamérica (*Lepidosiren paradoxa*), que podían explicar enlaces entre grupos divergentes. La conclusión de la introducción del *Origen* no dejaba lugar a dudas sobre la convicción de Darwin en la nueva teoría que él mismo propugnaba:

> Estoy completamente convencido, no solo de que las especies no son inmutables, sino de que las que pertenecen a lo que se llama el mismo género son descendientes directos de alguna otra especie, generalmente extinguida, de la misma manera que las variedades reconocidas de una especie cualquiera son los descendientes de esta. Además estoy convencido de que la selección natural ha sido el más importante, si no el único medio de modificación.

Como ha señalado Francisco Ayala, la teoría de Darwin fue más la teoría de la selección natural que la teoría de la evolución en sentido general, pero es cierto que el sabio inglés, una vez establecido lo que se ha denominado el "núcleo duro" de su teoría, hizo diversas aportaciones a la biología evolutiva. Se mostró muy orgulloso, por ejemplo, de sus estudios comparativos entre los embriones y el organismo adulto, así como el de las semejanzas entre embriones dentro de una misma clase, lo que parece que le ayudó a reforzar su idea de la "mutabilidad de las especies", según confesó a Hooker al discutir sobre este capítulo, también leído por su amigo Thomas H. Huxley. Llegó a discutir en su *Autobiografía* la prioridad de otros investigadores, como los alemanes Fritz Müller y Ernst Haeckel en este tema, que más tarde les llevó a concebir la conocida como ley biogenética universal, según la cual la ontogenia (el desarrollo de los seres en estado embrionario) resumía la filogenia (origen y desarrollo evolutivo de las especies). Según esta ley el embrión humano, por ejemplo, se iría desarrollando en fases diferentes que nos irían recordando a sus antepasados en la cadena evolutiva hasta llegar a constituirse en un ser con todos los atributos anatómicos humanos.

Asimismo, ya en el terreno de la anatomía comparada, Darwin rechazó las creencias de científicos de la talla de Louis Agassiz o Richard Owen en el origen divino de persistencias anatómicas no funcionales, como el apéndice en los seres humanos. Según Darwin había que inclinarse más bien a pensar en las relaciones filogenéticas de unos grupos con otros. El parentesco era obvio, como también sucedía en especies afines distribuidas de diferente forma en el globo terráqueo.

Como ha indicado Janet Browne, la inclusión de varios capítulos dedicados a la dificultad de la teoría y las posibles objeciones que se podían plantear a la selección natural como mecanismo evolutivo, fue una medida muy hábil por parte de Darwin, consciente de las debilidades empíricas de algunas de sus afirmaciones en *El origen de las especies.* Una muy evidente era la falta de estadios intermedios o formas de transición en el registro fósil entonces conocido, que Darwin atribuyó a la imperfección de los registros geológicos, aunque había casos espectaculares como el del *Archaeopteryx*, el posible eslabón entre los reptiles y las aves. Esa imperfección impedía el hallazgo de esas formas fósiles intermedias, que además seguramente no presentarían cambios enormes, ya que la teoría se sustentaba en cambios graduales a lo largo de un tiempo muy dilatado. Por otro lado, el naturalista inglés atribuía a la poca investigación paleontológica el escaso número de fósiles en los museos, cuyos recolectores habían explorado una parte insignificante del globo y no tenían posibilidades de encontrar los potenciales fósiles enterrados en las profundidades marinas, producto de las oscilaciones en el nivel del mar y los procesos de levantamiento e hundimiento geológico.

Por otra parte había evitado tratar algunas cuestiones como la presencia divina en el proceso evolutivo y el origen de los seres humanos, dos asuntos que habían desatado una fuerte polémica tras la publicación de los populares *Vestiges* de Robert Chambers. Darwin fue muy prudente al publicar su obra cumbre, intentando no incomodar a los creyentes religiosos, entre los que se encontraba en primer lugar su esposa Emma, quien pacientemente había leído las pruebas

de imprenta de toda la obra y había ayudado a Darwin en la redacción cuando el autor se encontraba sumido en un mar de dudas de cómo transmitir sus conocimientos especializados a un público general. Había llegado a escribir a su editor que pensaba que no habría muchas correcciones pero estaba muy equivocado; le parecía que el estilo era increíblemente malo y que era muy difícil hacerlo claro y agradable.

Precisamente la edición del *Origen de las especies* fue otro tema interesante en la historia de Charles Darwin. Este había conocido a su futuro editor gracias a Charles Lyell, según el testimonio del hijo de John Murray, e inmediatamente habían llegado a un acuerdo para publicar la segunda edición del *Journal of Researches* en 1845, en la colección *Home and Colonial Library*, que en tres años vendió 7 000 ejemplares, algo que pudo influir en la decisión de Murray —que siempre pagó a Darwin por adelantado a cuenta de sus derechos en la venta— de publicar *El origen*. En marzo de 1859 Darwin consultó a Murray acerca de la obra que acababa de terminar. El editor, impresionado por la importancia de esta propuesta, según su hijo, escribió el 1 de abril: "No vacilo en desviarme de mi rutina habitual y declaro de inmediato, incluso sin ver el manuscrito, que estaré muy feliz de publicarlo en los mismos términos que los libros de Sir Charles Lyell."

Pero Darwin no quedó satisfecho con esta aceptación ciega de su trabajo y el 5 de abril escribió a Murray:

> Envío por este medio postal los primeros tres capítulos. Si tiene paciencia para leer todo el capítulo uno, pienso que usted tendrá una noción clara del libro entero. Puede ser una presunción, pero creo que el tema interesará al público, y estoy seguro de que las ideas son originales. Si piensa lo contrario, debo repetir mi petición de que rechace libremente mi trabajo. Quedaré un poco decepcionado, pero no estaré de ninguna manera herido.

John Murray hijo comentaba que había oído a menudo a su padre citar a Darwin y su modestia al entregarle el manuscrito,

como un admirable contraste con otros autores que "sabían" que su libro estaba destinado a causar sensación y venderse por decenas de miles, algo que se repite por cierto hasta nuestros días.

A pesar del aliento de Murray y la ayuda de Lyell, Darwin se desesperaba por los posibles gastos y la pérdida de tiempo por las correcciones, que eran muy pesadas. Sin duda exagerando, decía que era inconcebible que pudiera escribir tan mal. El 1 de octubre acabó de ver las pruebas finales de ese libro al que casi odiaba después de tanto esfuerzo para concluirlo y corregirlo. El libro se publicó en Londres el 24 de noviembre de 1859, y se recibieron órdenes de compra de 1 493 ejemplares. La primera edición fue de 1 250 ejemplares y por consiguiente tuvo que ordenarse una reimpresión, para asombro del propio Darwin, que inmediatamente se puso a trabajar en algunas correcciones e inserciones, como una oración en mayúsculas del Rev. C. Kingsley, en respuesta a cualquiera que pudiera decir que su libro era irreligioso.

Efectivamente llegaron respuestas favorables y críticas al *Origen de las especies* desde posiciones muy diferentes. Thomas H. Huxley, luego conocido como "el bulldog de Darwin", publicaba el 26 de diciembre de 1859 en *The Times* un artículo titulado "La hipótesis darwiniana", que iniciaba comentando que el nuevo libro de Darwin era solo un resumen de su teoría general en la que demostraba el origen de las especies por selección natural, consecuencia de la preservación de las razas en la lucha por la vida. Huxley analizaba las dificultades de distinguir las especies de las variedades, la importancia de las analogías con el mundo de la selección artificial, las similitudes embriológicas de los seres vivos, la importancia del principio de la adaptación para comprender la distribución geográfica de las especies, la evidencia de la sucesión de las especies atendiendo al registro fósil, a pesar de algunas lagunas debidas a la ignorancia o la escasa investigación geológica y paleontológica. Por cierto, en otro artículo publicado ese mismo año en *Macmillan's Magazine* para hablar de Darwin en relación con la vida y el tiempo, ya había destacado también que la doctrina de la uni-

formidad geológica, a la que había contribuido especialmente Lyell, y la doctrina de la progresión eran perfectamente consistentes como él mismo había comentado meses atrás en la Royal Institution, quizá influido por las ideas de su amigo Darwin.

Respecto a los antecesores de Darwin en la formulación de una teoría evolutiva, destacaba los méritos de Lamarck, a quien ponía por encima de Cuvier en conocimientos zoológicos, pero dudaba sobre el mecanismo que proponía como explicación que implicaba una cierta voluntad de los individuos para transformarse ante las dificultades del medio ambiente. Así, por ejemplo, aludía al caso de algunas aves, según la explicación lamarckiana: "Los esfuerzos de un pájaro de cuello corto para coger los peces sin mojarse, con el tiempo y la perseverancia, dieron lugar a todas nuestras garzas y aves zancudas de cuello largo." Pero Huxley ironizaba:

> No parece que se le haya ocurrido preguntar si hay alguna razón para creer que hay límites a la cantidad de modificación producible, o para preguntar cuánto tiempo es probable que un animal se esfuerce por satisfacer un deseo imposible. El pájaro, en nuestro ejemplo, seguramente habría renunciado a cenas de pescado mucho antes de que hubiera producido el menor efecto en las patas o el cuello.

Huxley comentaba además que desde el tiempo de Lamarck, casi todos los naturalistas competentes habían dejado las especulaciones sobre el origen de las especies a los soñadores como el autor de los *Vestigios*, por cuyos esfuerzos la teoría lamarckiana había recibido su condena final en la mente de todos los pensadores. Pero Huxley afirmaba que a pesar de este silencio, la tesis de la transmutación o de transformación de las especies había sido un "esqueleto en el armario" para muchos zoólogos y botánicos que buscaban una teoría explicativa por encima de la mera descripción de los seres vivos, como había sido el caso de la nueva teoría de Darwin sobre la selección natural, basada en multitud de observaciones

empíricas y experimentos. A este respecto hay que coincidir con Francisco Ayala, en que por mucho que se presentase en su tiempo la teoría darwiniana como fruto de un proceso inductivo, la realidad es que se planteó absolutamente por un método hipotético-deductivo, en el que las diversas hipótesis se podían comprobar por la observación y la experimentación.

En cualquier caso, Thomas Huxley se inclinaba al final de su artículo por mantener la "duda activa", como había propugnado Goethe, hasta comprobar definitivamente la nueva teoría:

> Las investigaciones combinadas de otros veinte años quizá permitan a los naturalistas decir si las causas modificadoras y el poder selectivo que el señor Darwin ha demostrado satisfactoriamente en la Naturaleza son competentes para producir todos los efectos que les atribuye; o si, por otra parte, ha sido llevado a sobreestimar el valor del principio de la selección natural, tanto como Lamarck sobrestimó la verdadera causa de modificación por el uso.

Huxley también comentaba en su artículo sobre el tiempo y la vida que observaba que los críticos más precipitados habían comenzado, no a revisar el libro de su colega y amigo, sino a aullar sobre él de una manera que debía tender a distraer la mente pública. Si alguien era competente para realizar esa hazaña de refutar el libro de Darwin sería muy bien recibido, pero sugería que la crítica fuera fundamentada y no basada en una simple y sarcástica tergiversación. Un punto en el que coincidió con los comentarios aparecidos ese mismo año en el *Chambers's Journal*, editado por William y Robert Chambers, que elogiaron la obra de Darwin sobre la selección natural y concluyeron que sería interesante observar el efecto en el mundo científico de tales opiniones presentadas con razones científicas por un naturalista eminente. Desde luego consideraron que era un mérito el indagar cómo se originaron las especies, un tema que muchos naturalistas no se habían preocupado por investigar, por considerar la cuestión como demasiado miste-

riosa para ser resuelta por la ciencia, o por haberse contentado con suponer que había un esfuerzo particular de providencia creativa en cada caso debida a una divinidad.

Otra crítica positiva llegó desde la revista *Saturday Review* del 24 de diciembre al hacer una reseña del *Origen de las especies*, considerada muy superior a la obra de Lamarck y muy por encima de las especulaciones de los *Vestiges*, hasta el punto de pensar que causaría una verdadera revolución en las ciencias naturales. El autor de esta recensión era consciente de que algunos puntos de vista de Darwin causarían cierta angustia a los que seguían de forma literal las verdades de la revelación divina, pero animaba a discutir la nueva teoría desde el campo estrictamente científico, aun reconociendo ciertas limitaciones:

> Estamos persuadidos de que la selección natural debe ser admitida en adelante como el principal modo por el cual la estructura de los seres organizados se modifica en un estado de naturaleza. Creemos que es muy posible que por medio de este agente, grupos considerables de especies emparentadas puedan haber derivado de un solo progenitor, pero estamos convencidos de que el poder modificador descansa dentro de límites definidos, aunque esos límites no pueden ser descubiertos por el hombre. En la medida en que los exploradores pueden viajar a lo largo de las orillas del Océano de la Verdad, el horizonte solo se extiende más allá de ellos, ilimitado en su vastedad.

Uno de los primeros opositores al transformismo darwinista fue Richard Owen (1804-1892), director del Museo de Historia Natural de Kensington y uno de los mayores especialistas británicos en anatomía comparada. Ya en septiembre de 1858, en una conferencia pronunciada en la *British Association*, en Leeds, había hecho alguna referencia negativa al trabajo de Darwin y Wallace, que reforzaría —una vez publicado *El origen*— en un artículo anónimo publicado en la *Edinburgh Review*, en el que arremetía contra

Darwin esgrimiendo argumentos vitalistas que rechazaban el origen común de los seres vivos. Por otra parte, cuando el obispo de Oxford, Samuel Wilberforce, atacó la obra de Darwin en la *Quarterly Review*, el naturalista creyó ver la mano de Owen en los argumentos del eclesiástico, quien, por otra parte, no se conformó con esta primera crítica, como luego veremos.

Wilberforce en su reseña del *Origen* en la *Quarterly Review* sostuvo una curiosa estrategia de no acudir desde el principio a una discusión de carácter teológico, siendo respetuoso de entrada con Darwin, para aparentemente mantenerse en el marco de la ciencia natural hasta deslizarse progresivamente al terreno de la burla irrespetuosa con el naturalista y a una conclusión basada en la existencia de un todopoderoso Dios que guiaba los designios de la naturaleza. Así, al comenzar la crítica se expresaba en un tono amable:

> Cualquier contribución a nuestra literatura de Historia Natural de la pluma del Sr. C. Darwin tiene asegurada llamar la atención. Sus logros científicos, su perspicacia y su cuidado como observador, se mezclan con la sagacidad imaginativa, y su estilo claro y vivo, hace que todos sus escritos sean inusualmente atractivos. Su volumen actual sobre *El origen de las especies* es el resultado de muchos años de observación, pensamiento y especulación.

Pero la base de la argumentación darwinista de que "todos los animales y plantas han descendido de algún prototipo" no era asumible, ya que era como decir que "los musgos, las hierbas, los nabos, los robles, los gusanos y las moscas, los ácaros y los elefantes, los infusorios y las ballenas, los renacuajos y los saurios actuales, las trufas y los hombres son todos igualmente descendientes lineales del mismo ancestro común aborigen". Wilberforce consideraba ingeniosa la ley de selección natural darwinista, pero la comparación con la selección artificial practicada por los cultivadores y ganaderos, utilizada como ejemplo por Darwin en el caso de las pa-

lomas, los perros, etc., le parecía inconsistente y más bien apuntaba en sentido contrario según su opinión, basada en la de Owen:

> ¿Pero por qué la naturaleza, tan uniforme y persistente en todas sus operaciones, tiende en este caso a cambiar? ¿Por qué debería convertirse en seleccionadora de variedades? ¿Por qué, como argumenta ingeniosamente el señor Darwin, en la lucha por la vida, si se desarrollaba alguna variedad favorable al individuo, ese individuo tendría una mejor oportunidad?

Era, por tanto, una teoría plagada de suposiciones según el obispo y cuando se sometía a la severa ley baconiana de la observación de los hechos, se descomponía completamente. El hecho de faltar eslabones en la cadena evolutiva, ya destacado por el propio Darwin, daba más argumentos a Wilberforce, quien argüía que encontrar estos supuestos eslabones para creer levemente en esta teoría de la transmutación de las especies —cosa que según su parecer nunca sucedería—, de alguna manera atentaba directamente contra la nueva teoría de Darwin, por mucho que este hablase de "imperfección" en el registro geológico. De hecho —insistía—, en un periodo más moderno podía comprobarse, según los registros embalsamados de 3 000 años de antigüedad, que no había habido comienzo de transmutación en las especies de los animales domesticados más familiares.

El tono iba subiendo en la argumentación del obispo, quien ironizando sobre las frases dubitativas de Darwin, exclamaba: "¿Qué palabras nuevas son estas para un discípulo leal de la verdadera filosofía baconiana?: Puedo concebir – No es increíble – No dudo – Es concebible."

La teoría de Darwin llegaba a convertirse, según él, en un juego ocioso de la fantasía de un naturalista: "En las *Noches árabes* no nos ofendemos cuando Amina rocía a su marido con agua y lo transforma en un perro, pero no podemos abrir las augustas puertas del venerable templo de la verdad científica a los genios y magos del cuento."

Que las especulaciones infundadas del *Origen* procedieran del autor de las monografías de los cirrípedos, y del escritor de la historia natural del viaje del *Beagle*, del libro sobre los arrecifes de coral, era un hecho triste, según Wilberforce, pues no admitía la creación divina de forma más o menos sutil, incluyendo al hombre en este esquema explicativo que lo llevaba directamente a emparentarle con los simios, algo inconcebible para el señor obispo:

> No podemos, por lo tanto, consentir probar la verdad de la ciencia natural por la Palabra de la Revelación. Pero esto no hace que sea menos importante señalar por razones científicas los errores científicos, cuando esos errores tienden a limitar la gloria de Dios en la creación, o a negar las relaciones reveladas de esa creación. A ambas clases de error, sin embargo, no dudamos, de manera totalmente involuntaria por su parte, que las especulaciones del Sr. Darwin tienden directamente.

Wilberforce señalaba además la poca fuerza de estas teorías transformistas, como ya se había visto en la época de Lamarck y del propio abuelo de Darwin, o en los *Vestigios* de Chambers, y dudaba mucho que pudiera reunir seguidores de cierta entidad científica como insinuaba Darwin en el caso del geólogo Lyell.

En junio de 1860, en una reunión de la British Association for the Advancement of Science de Oxford, a la que Darwin no pudo asistir por encontrarse enfermo, el obispo volvió al ataque contra las teorías de Darwin, al que pretendía "despedazar". Las críticas se apoyaron en argumentos owenianos y, sobre todo, en la contradicción existente entre lo preconizado por los darwinistas y las revelaciones bíblicas. En el momento álgido del discurso de Wilberforce, este se dirigió a Huxley para preguntarle agresivamente si descendía del mono por parte de abuela o de abuelo, a lo que el sabio inglés contestó:

> Si me fuera preguntado si preferiría tener por abuelo a un mono miserable o a un hombre inteligentemente dotado por la Naturaleza y de gran importancia e influencia, pero que solo utilizase estas cualidades y esta influencia para introducir el ridículo en una discusión científica seria, entonces, sin dudarlo un momento, me inclinaría rotundamente en favor de la preferencia por el mono.

Como curiosidad hay que decir que en esta acalorada discusión entre los seguidores de la nueva "teoría del mono" y los fieles devotos de los postulados bíblicos, participó el antiguo capitán del *Beagle*, Robert Fitz Roy, quien atacó duramente a su antiguo compañero de viaje, asombrado y disgustado por las conclusiones heréticas a las que había llegado Darwin tras su periplo científico.

4
EL ORIGEN DEL HOMBRE Y LA SELECCIÓN SEXUAL

LA EVIDENCIA FÓSIL DE LA ANTIGÜEDAD HUMANA

Si dejamos a un lado las especulaciones filosóficas sobre el origen de la humanidad, así como las diversas antropologías culturales que se desarrollaron antes de la aparición de *El origen del hombre* de Darwin, habría que centrarse en los sucesivos descubrimientos paleoantropológicos del siglo XIX, como uno de los elementos clave para la credibilidad de la nueva teoría antropogénica. Antes de que hubiera evidencias fósiles sobre nuestros antepasados había surgido en Europa un interés inusitado por la exploración de las cavernas, en las que ya habían aparecido multitud de restos de animales extinguidos, lo que provocó que en el primer tercio de siglo se hicieran los primeros hallazgos paleoantropológicos interesantes. William Buckland, profesor de Geología en la Universidad de Oxford, al explorar la caverna de Paviland, en la costa de Welsh, descubrió herramientas y objetos de adorno realizados en hueso, junto a restos de animales extinguidos, así como un esqueleto humano teñido con ocre, que recibió el nombre de "Dama roja de Paviland". Buckland, fuertemente influido por sus creencias religiosas, no fue capaz de interpretar correctamente su descubrimiento y decidió afirmar que este esqueleto humano habría sido arrastrado a la cueva en una fecha reciente, muy posterior al Diluvio.

Unos años más tarde, el sacerdote John MacEnery hizo un descubrimiento similar, al investigar en la caverna de Kent, en la costa inglesa de Devon. Al contrario que Buckland, MacEnery afirmó la existencia de la humanidad antediluviana en Inglaterra, por lo que

recibió una severa amonestación por parte de las autoridades eclesiásticas. Pero las evidencias iban siendo cada vez mayores. El paleontólogo belga Philip-Charles Schmerling había hecho numerosos descubrimientos en las cavernas situadas en las orillas del río Mosa, que culminaron con el hallazgo en la cueva de Engis, en 1833, de un cráneo de primate rodeado de numerosos restos fósiles de elefante, oso, hiena, tigre, reno, etc., lo que le llevó a afirmar que los humanos habían vivido en Europa mucho antes del Diluvio, cuestión que Charles Lyell —quien había visitado a Schmerling en Lieja para examinar el cráneo— no estuvo dispuesto a aceptar.

En Francia fue la obra de un aficionado la que pareció dar los argumentos más serios sobre la existencia de una humanidad antediluviana. Jacques Boucher de Perthes (1788-1868) se encontraba trabajando desde 1825 en Abbeville, junto al río Somme, cuando empezó a interesarse por las piedras de pedernal que eran extraídas de las capas de grava del valle, junto a las que habían aparecido restos fósiles de animales, que él interpretó como utensilios de piedra de los seres humanos primitivos que habían vivido antes del Diluvio. En 1846 publicó *Antiquités celtiques et antédiluviennes,* por el que fue duramente criticado por la comunidad científica y la autoridad de la Iglesia, que le declaró hereje. El primer apoyo a su teoría lo recibió del doctor Rigollot, médico de Amiens que le visitó en 1854 y encontró poco después en Saint-Acheul restos similares a los de Abbeville. Cuatro años más tarde Boucher de Perthes recibió a los geólogos ingleses sir Joseph Prestwich y Hugh Falconer, prestigiosos científicos que una vez en Londres apoyaron la obra del francés y defendieron sus teorías en la Royal Society. El propio Darwin reconocería la labor fundamental de Boucher de Perthes en la introducción a su *Origen del hombre*: "La gran antigüedad del hombre ha sido demostrada recientemente gracias a la labor de una multitud de hombres eminentes, comenzando por M. Boucher de Perthes; y esta es la base indispensable para entender su origen."

Otro descubrimiento que se realizó en esta época, aunque pasó totalmente inadvertido para la ciencia, fue el del cráneo de Forbes

Quarry, encontrado en 1848 en la cara norte del Peñón de Gibraltar y enviado a Inglaterra en 1862. Casi contemporáneo de la publicación de *El origen de las especies* fue el hallazgo en 1856 de los restos de un extraño hombre en la cueva de Neanderthal, en Alemania, que fue descrito científicamente por Hermann Schaaffhausen. El hallazgo fue discutido por Virchow, Lyell y Huxley, quienes no supieron advertir el valor de lo descubierto. Fue William King quien reconoció que los restos humanos descubiertos en Alemania representaban una especie nueva, el *Homo neanderthalensis,* cuestión que no fue admitida por la mayoría de los miembros de la comunidad científica internacional sino hasta muchos años después, cuando ya se había aceptado en gran medida la teoría de Darwin y se habían hecho otros importantes descubrimientos paleoantropológicos como los de Édouard y Louis Lartet en Francia, la mandíbula de Moulin Quignon por Boucher y la de Naulette por Dupont, los esqueletos de Grimaldi, el hombre de Chancelade y el de Eugène Dubois en Trinil, Java, en 1891, que llamó *Pithecanthropus erectus.*

EL LUGAR DEL HOMBRE EN LA NATURALEZA Y SU ANTIGÜEDAD

Tras la publicación en 1859 del *Origen de las especies*, se abrió en el movimiento evolucionista británico una discusión y reflexión sobre el lugar de la humanidad en la naturaleza, su origen y la diversidad racial. Ante un sorprendente silencio de Charles Darwin, aparecieron en escena algunas obras importantes de varios amigos y colaboradores, como la de Thomas H. Huxley, *Evidence as to Man's Place in Nature*, publicada en 1863 y la de Charles Lyell, titulada *Geological Evidences of the Antiquity of Man*, cuya publicación se inició también en ese mismo año. Parecía el preámbulo de la segunda obra evolucionista de Darwin dedicada a los orígenes de la humanidad, en una línea de la que se separaría posteriormente Alfred R. Wallace, quien tras la publicación de su libro *Darwinism: An Exposition of the*

Theory of Natural Selection with some Applications en 1889 se inclinaría hacia un pensamiento y una posición menos naturalista.

La obra de Huxley derivaba de varias conferencias dadas entre 1860 y 1862 y estaba estructurada en tres grandes capítulos dedicados a la historia natural de los primates, a las relaciones entre los seres humanos y los animales inferiores y, por último, a los restos fósiles del género *Homo*. En el primero hacía una breve historia de las descripciones antiguas para demostrar el parecido evidente de los gorilas o los chimpancés con los humanos, que culminaban con la excelente obra de Isidore Geoffroy Saint-Hilaire sobre el gorila. Asimismo se hacía eco de otras noticias que hablaban de un hombre de los bosques que los indígenas indonesios llamaban *orang-utang* y que había sido objeto de un trabajo comparado con primates africanos en la Royal Society en 1699. Las comparaciones habían proseguido con Linneo y sus discípulos, que habían recreado el conocimiento anterior sobre los chimpancés, orangutanes, etc., continuado después sin gran fortuna por Buffon y por Peter Camper, hasta llegar en 1835 a una excelente memoria de Owen sobre la osteología del chimpancé y el orangután. El estudio de Owen fue imprescindible para conocer la anatomía de los monos antropomorfos, al igual que las obras de Thomas Savage y Jeffries Wyman ya en los años cuarenta, luego enriquecidas por múltiples estudios sobre estos primates, entre otros por Wallace, los gorilas y los desconocidos gibones. Se completaba así un estudio necesario para comparar la anatomía de los grandes simios con la estructura del *Homo sapiens*.

En el segundo capítulo Huxley se plantea lo que él llamaba la pregunta fundamental para la humanidad, el lugar que ocupaba en la naturaleza, cómo se relacionaba con el resto de los seres vivos, su origen, los límites de su poder sobre la propia naturaleza y de esta sobre ella. Huxley analiza el desarrollo embrionario para concluir que era semejante en todos los vertebrados, lo que indicaría una línea evolutiva común, algo ya visto anteriormente por Geoffroy Saint-Hilaire, pero que sobre todo conectaba la anatomía humana con el resto de los vertebrados. En segundo lugar, el estudio anató-

mico de los primates acercaba a los seres humanos en su estructura a los grandes simios, aunque resultara evidente que había algunos procesos evolutivos que habían diferenciado a *Homo* de sus parientes, especialmente en la bipedación y la cerebralización, pero no había una barrera tan sólida como para no aceptar la hipótesis darwinista en la formación de la especie humana y su parentesco con otros primates en el árbol evolutivo mediante un proceso de selección natural. En opinión de Huxley, la plena pertenencia de la humanidad al mundo natural no atacaba su posible grandeza y el desarrollo de su inteligencia, por lo que su principal conclusión era su unidad natural con el resto de los seres vivos sobre la Tierra, tal como postulaba la teoría de Darwin.

Al final de la obra Huxley proclamaba:

> En conclusión, puedo decir que los restos fósiles del hombre descubiertos hasta ahora no parecen acercarnos de manera apreciable a esa forma pitecoide inferior, cuya modificación probablemente se ha convertido en lo que es. Y considerando lo que se sabe de las más antiguas razas de los hombres; viendo que formaban hachas y cuchillos de pedernal y pinchos de hueso, muy parecidos a los fabricados por los salvajes en la actualidad, y que tenemos toda razón para creer que los hábitos y modos de vida que tales personas tienen se mantuvo desde la época del *Mammuthus* y el *Rhinoceros* hasta ahora, este resultado no es diferente de lo que cabría esperar.
>
> ¿Dónde, entonces, debemos buscar al hombre primigenio? ¿En el Plioceno o Mioceno más antiguo del *Homo sapiens*, o aún más antiguo? En estratos aún más antiguos, ¿los huesos fosilizados de un simio más antropoide, o un hombre más pitecoide que cualquiera todavía no conocido aguardan las investigaciones de algún paleontólogo que no ha nacido aún?
>
> El tiempo lo dirá. Pero, mientras tanto, si alguna forma de la doctrina del desarrollo progresivo es correcta, debemos extender por largas épocas la estimación más liberal que se ha hecho hasta ahora de la antigüedad del hombre.

Ese mismo año, en 1863, Charles Lyell publicaba en Londres su obra dedicada a la antigüedad de la humanidad en la casa editorial de John Murray. Su opinión era sin duda fundamental para construir una teoría evolutiva basada en las evidencias geológicas, tras obtener un prestigio único en el campo de las ciencias de la Tierra con sus *Principios de Geología* (1830-1833) y los *Elementos de Geología* (1838). Hay que recordar que aunque Darwin se basó en la geología de Lyell para elaborar su *Origen de las especies*, Lyell no terminaba de convertirse al evolucionismo por la falta de evidencias en el registro fósil, algo que cambió progresivamente cuando los estudios de geología paleozoica fueron avanzando por Europa y Norteamérica. En esta obra de madurez Lyell parece realizar su conversión hacia la idea de transmutación de las especies —lo que enfureció a Richard Owen— y la existencia de *Homo* fósil, tras los sucesivos descubrimientos en Bélgica, Francia, Alemania, etc., especialmente tras su visita personal a Abbeville. Respecto a la idea de evolución de las especies, este geólogo, que no terminaba de aceptar la idea de transmutación, llegó a aceptarla como hipótesis admitiendo incluso algunas ideas progresivas de Lamarck, aunque manteniendo una visión espiritualista sobre la posición de la humanidad en la naturaleza. En cualquier caso, su trabajo junto al de Huxley y otros como el de John Lubbock *Prehistoric Times* (Tiempos prehistóricos) (1865), o los primeros trabajos de los antropólogos evolucionistas Edward B. Tylor y Lewis H. Morgan posibilitaron un nuevo avance en el conocimiento que preparó el terreno a la siguiente obra fundamental de Darwin, *El origen del hombre y la selección en relación con el sexo*.

EL ORIGEN DEL HOMBRE DE DARWIN

La idea de Darwin de escribir una obra dedicada a estudiar el origen de los humanos y la selección sexual, una vez que el darwinismo se había empezado a extender y se habían comenzado a acu-

mular pruebas a su favor (embriológicas, paleontológicas, etc.), aparece reflejada en su *Autobiografía*:

> Tan pronto como me convencí, en el año 1837 o 1838, de que las especies eran producciones mutables, no pude evitar la idea de que el hombre tiene que caer dentro de la misma ley. En consecuencia, recopilé notas sobre el tema para mi propia satisfacción, sin tener por mucho tiempo la intención de publicarlas. Aunque en *El origen de las especies* no se trata nunca la derivación de ninguna especie en particular, pensé que era mejor, para que ningún hombre honesto pudiera acusarme de ocultar mis ideas, añadir que a lo largo de la obra en cuestión podría arrojarse alguna luz sobre el origen del hombre y su historia. Hubiera sido inútil e injurioso para el éxito del libro haber alardeado sin ofrecer ninguna evidencia de mi convicción respecto a su origen.
>
> Pero cuando vi que muchos naturalistas aceptaban plenamente la doctrina de la evolución de las especies, me pareció aconsejable darle forma a las notas que poseía y publicar un tratado especial sobre el origen del hombre. Estaba más que contento de hacerlo, ya que me daba la oportunidad de discutir ampliamente la selección sexual, un tema que siempre me había interesado mucho.

En la introducción al *Origen del hombre* mostraba los precedentes en otros autores y citaba especialmente al naturalista alemán Ernst Haeckel como el más importante en este terreno antropológico:

> La conclusión de que el hombre es descendiente de otras especies de alguna forma antigua, inferior y extinta, no es en ningún grado nueva. Hace mucho tiempo Lamarck llegó a esta conclusión, que últimamente ha sido mantenida por varios eminentes naturalistas y filósofos; por ejemplo, por Wallace, Huxley, Lyell, Vogt, Lubbock, Büchner, Rolle, Canestrini y Barrago, y especialmente por Haeckel. Este último naturalista, además de su gran obra, *Generelle Morphologie* (1866), recientemente (1868, con una segunda edi-

> ción en 1870), publicó su *Natürliche Schöpfungsgeschichte*, en el que analiza por completo la genealogía del hombre. Si este trabajo hubiera aparecido antes de que hubiese escrito mi ensayo, probablemente yo nunca lo habría completado. Casi todas las conclusiones a las que he llegado las encuentro confirmadas por este naturalista, cuyo conocimiento en muchos puntos es mucho más completo que el mío.

En una nota a pie de página Darwin hacía referencia a los trabajos menos conocidos de los autores que citaba, como *Sechs Vorlesungen über die Darwin'sche Theorie…* (1868) de Ludwig Büchner, representante del materialismo naturalista, obra que sería traducida al francés con el título *Conférences sur la théorie darwinienne* (1869); *Der Mensch, im Lichte der Darwin'sche Lehre* ("El hombre, su origen y sus costumbres a la luz de la doctrina darwinista del origen de las especies, demostrada a partir de descubrimientos geológicos recientes", 1865), de Friedrich Rolle; "Caratteri anomali e rudimentali in ordine all'origine dell'uomo", trabajo publicado en el *Annuario della Società dei Naturalisti* de Módena (vol. II, pp. 81-99), por Giovanni Canestrini, y, por último, *L'uomo fatto ad immagine di Dio, fu anche fatto ad immagine della scimmia* (1869), conferencia impartida en la Universidad de Cagliari por el médico sardo Francesco Barrago, profesor de cirugía patológica, respondiendo a una lección bíblica del canónigo y teólogo Francesco Miglior titulada *L'uomo fatto ad immagine di Dio* (1869).

También había una referencia explícita a Carl Vogt, ya que este biólogo alemán en su discurso presidencial en la apertura de la sesión general del Institut National de Genève, celebrada en abril de 1869, había comentado que ya nadie sostenía la teoría de una creación independiente de las especies, pues gracias a Darwin se había realizado una auténtica revolución científica.

En una carta dirigida a Wallace, en la que le hacía algunas consultas sobre varios fenómenos relacionados con la selección sexual, le decía:

> La razón de que yo me interese tanto en la selección sexual precisamente ahora es que me he decidido casi a publicar un pequeño ensayo sobre el origen de la humanidad y creo firmemente todavía (aunque no logre convencerlo a usted y esto para mí es el golpe más fuerte que puedo sufrir) que la selección sexual ha sido el principal agente en la formación de las razas humanas.

Como indica Francis Darwin, el hijo de Darwin que editó la *Autobiografía* y parte de la correspondencia de su padre, el 15 de enero de 1871 corrigió la última prueba de *The Descent of Man and Selection in Relation to Sex* (El origen del hombre y la selección en relación al sexo), libro que antes de su publicación ya le hizo padecer algunos temores sobre las reacciones que podía originar, como puede apreciarse en una carta dirigida al doctor Gray:

> He terminado mi libro sobre *El origen del hombre*, etcétera, y el índice de materias es lo único que retrasa su publicación; cuando salga le enviaré un ejemplar, pero no sé si usted tiene interés en ello. Algunas partes, como la que trata del sentido moral, quizá lo saquen de quicio, y si tengo noticias suyas, seguramente recibiré alguna puñalada del pulido estilete de su pluma.

Finalmente el libro, leído y corregido por su hija Henrietta Emma, se publicó el 24 de febrero de ese mismo año, en dos volúmenes de 424 y 475 páginas, que se completaban con 76 grabados, con una tirada inicial de 2 500 ejemplares, que se incrementó con otra de 5 000 antes de finalizar el año, lo que supuso para Darwin un ingreso de 1 470 libras y la fuerte impresión de hallarse en el centro de una "tempestad de ira, asombro y admiración" provocada por la publicación de sus ideas. A pesar de las críticas que volvió a recibir de parte de los elementos más reaccionarios de la ciencia inglesa, Darwin recibió todo el apoyo de sus más fieles seguidores, entre los que destacaron Huxley y Haeckel, por lo que en una crítica aparecida en la *Saturday Review*, en marzo de 1871, se decía:

> Pretende haber incluido al hombre mismo, su origen y constitución, en la unidad que previamente había intentado trazar por medio de todas las formas animales inferiores. El desarrollo de la opinión en este intervalo, debido principalmente a sus obras intermedias, ha colocado la discusión del problema en una posición mucho más avanzada de la que dicha opinión ocupaba hace quince años. El problema de la evolución no ha de ser tratado en adelante como un problema de primeros principios; ni el señor Darwin va a tener que luchar por una primera vista de su hipótesis central, apoyado como está por una legión de nombres distinguidos y prometedores en cada hemisferio.

En 1874 vio la luz una segunda edición, revisada y ampliada, con nuevos grabados de T.W. Wood, con un prefacio de Darwin y una nota adicional de Thomas H. Huxley acerca de las semejanzas y diferencias en la estructura y desarrollo de los cerebros humanos y de los simios superiores. Además estaba estructurada en tres partes, ya que la selección sexual en relación con los humanos ocupaba la tercera parte. Solamente en una nueva edición en 1877 se agregó una nota suplementaria de Darwin, que había publicado previamente en la revista *Nature*.

Como se ha señalado frecuentemente, la intención de Darwin en *El origen del hombre* fue destacar su origen animal a partir de algún mamífero anterior en la escala evolutiva, más exactamente un extinguido primate, lo que explicaría su desarrollo embrionario, la existencia de algunas estructuras anatómicas rudimentarias no funcionales y la homología de los órganos humanos y de los demás mamíferos. Asimismo insistió en que los mecanismos evolutivos en el género *Homo* no se habían diferenciado en nada de los establecidos por las leyes generales de la evolución:

> Como todos los animales tienden a multiplicarse más de lo que permiten sus medios de subsistencia, así también debió haber sucedido en los tiempos de nuestros primeros padres, conducien-

> do esto inevitablemente a la lucha por la existencia y a la selección natural. Este último procedimiento debió ser en gran manera favorecido por los efectos hereditarios y el aumento en el uso de las partes afectadas, y así como debió este reaccionar incesantemente sobre el primero, así reaccionaría también y con las mismas energías sobre el segundo. Asimismo parece, según después veremos, que algunos caracteres de escasa o ninguna importancia fueron adquiridos por el hombre merced a la selección sexual…

Respecto a la antigüedad del género humano, Darwin afirmaba que ya había sido probada por Jacques Boucher de Perthes, como hemos comentado antes, así como por Charles Lyell, el geólogo autor de *The Geological Evidences of the Antiquity of Man* (1863), por John Lubbock, arqueólogo y antropólogo, que había publicado *Pre-Historic Times* (1865), y por Thomas H. Huxley, autor de *Evidence as to Man's Place in Nature* (1863).

Otro de los puntos que Darwin quiso aclarar en su obra fue la originalidad de la humanidad en cuanto a sus cualidades intelectuales y morales, para lo cual hizo una minuciosa comparación de las facultades de los demás animales con las de los seres humanos primitivos o salvajes. Al explicar la selección sexual transitó por un terreno difícil al referirse a la supremacía masculina en los humanos por cuestiones evolutivas, lo cual levantó protestas de las integrantes del primer movimiento feminista, como ha señalado Janet Browne.

Frente a los naturalistas que consideraban que la inteligencia humana bastaba para que ocupase un reino especial en la Naturaleza, un supuesto *reino hominal*, Darwin concluyó que no existía una diferencia fundamental entre las facultades mentales y morales de los mamíferos superiores y los humanos; simplemente se trataba de una cuestión de grado y no de naturaleza. Esta creencia respecto a la moralidad y la inteligencia humanas llevó a Darwin en el terreno religioso a un agnosticismo profundo, tal como podemos observar en un párrafo de su *Autobiografía* que fue censurado en su día por su hijo Francis:

> … me siento compelido a considerar una Causa Primera con una mente racional análoga en cierto grado a la del hombre; y merezco ser llamado teísta. Pero entonces surge la duda, ¿se puede confiar en la mente del hombre que, estoy convencido, se desarrolló a partir de una mentalidad tan primitiva como la que poseía el más primitivo de los animales, cuando infiere conclusiones tan sublimes?
>
> ¿No pudieran ser estas el resultado de la relación entre causa y efecto, que aunque nos parece necesaria probablemente depende solo de la experiencia heredada? Tampoco podemos pasar por alto la probabilidad de que la inculcación constante de la creencia en Dios en la mente de los niños produzca un efecto tan pronunciado, y quizá heredado, en sus cerebros no totalmente desarrollados, que le resulte tan difícil liberarse de su creencia en Dios, como a un mono liberarse de su miedo y aversión instintivos a una serpiente.
>
> No puedo pretender arrojar la más mínima luz sobre problemas tan abstrusos. El misterio del comienzo de todas las cosas nos resulta insoluble; y yo, por lo menos, debo contentarme con seguir siendo un agnóstico.

Terminaba Darwin la Introducción asegurando que desde hacía mucho tiempo tenía la convicción de que la selección sexual había desempeñado un papel importante en la diferenciación de las razas humanas. Como esta cuestión solo la había aludido en su *Origin of Species,* era en esta obra dedicada a la genealogía del género humano donde desarrollaba su argumentación de forma detallada. Por esto no había podido evitar que la segunda parte de su tratado, en donde abordaba la selección sexual, fuera más extensa que la primera.

El libro *The Descent of Man* está dividido en tres partes. La primera, titulada "La genealogía o el origen del hombre", comprende siete capítulos. La segunda, "Selección sexual", ocupa los capítulos octavo al decimoctavo y la tercera, "Selección sexual en relación

con el hombre", los capítulos decimonoveno y vigésimo. Por último, el capítulo vigésimo primero comprende un "Sumario general y conclusiones".

Desde los primeros capítulos, los principios de la evolución aparecen aplicados a la especie humana. Darwin defiende que el hombre, construido sobre el mismo modelo o tipo general que los mamíferos, compartía con estos, y en particular con los primates, un conjunto de atributos físicos y estructurales. En este sentido, en la parte dedicada a la genealogía del género humano, presenta estudios de anatomía comparada, fisiología y embriología como pruebas de sus orígenes naturales. El discurso de Darwin está basado en un extenso aparato crítico, en el que no faltan referencias a autores contemporáneos que participaban en el debate, como Hermann Schaaffhausen, George Busk, Paul Broca, Armand de Quatrefages, Édouard Lartet, etcétera.

En cuanto al escenario en que había tenido lugar el proceso de "hominización", Darwin consideraba que la adquisición de la postura erguida y de la locomoción bípeda entre los ancestros humanos había sido un factor ventajoso y adaptativo para explicar la aparición del género humano. La postura vertical trajo consigo modificaciones en las extremidades superiores —para la prensión—, e inferiores —para el nuevo modo de andar—, el ensanchamiento de la pelvis, la curvatura de la espina dorsal, una nueva postura de la cabeza, etc. Con la nueva postura bípeda los primeros humanos se hallaban más aptos para defenderse con piedras o palos, para cazar a sus presas y para otras formas de conseguir su alimento. Asimismo, seguía sugiriendo Darwin, a medida que se desarrollaron las diversas facultades mentales debió ir aumentando el tamaño del cerebro y este gradual incremento de peso y volumen cerebral y craneal, tuvo que ejercer alguna influencia en el desarrollo de la columna vertebral. Al mismo tiempo que se realizaba el cambio de postura, la presión interna del cerebro debió haber influido en la forma del cráneo.

Darwin discute sobre el lugar de aparición de los seres humanos, la cuna de la humanidad, y su antigüedad sobre la Tierra. El

género humano, decía, constituía una rama del árbol simio del antiguo continente, por lo que desde el punto de vista genealógico se le debía incluir en el grupo de los catarrinos. Los monos antropomorfos, es decir, gorila, chimpancé, orangután y gibón, formaban un grupo distinto y aparte del resto de los monos del antiguo continente. Siendo los humanos tan parecidos a ellos, se podía inferir que un miembro del antiguo subgrupo antropomorfo fuera el que le hubiera dado origen. Los naturalistas que admitían el principio de la evolución aceptaban que los grupos de simios catarrinos y platirrinos procedían de un progenitor común que había vivido en tiempos muy lejanos, cuyos descendientes antes de divergir debieron haber formado un solo grupo, que guardaría semejanza con los lemúridos. Por tanto, decía Darwin, aunque nuestro amor propio resultara herido, había que concluir que los antecesores del género humano procedían, como afirmaba Haeckel, del árbol de los lemúridos, que incluía a los ancestros de todos los simios.

El primer capítulo de la primera parte de la obra de Darwin está dedicado a discutir las pruebas de que el ser humano procede de alguna forma inferior. Había que investigar también si el ser humano, al igual que muchos otros animales, había dado lugar a variedades y subrazas que diferían escasamente entre ellas o si, por el contrario, las diferencias eran lo bastante grandes para clasificarlas como pertenecientes a especies dudosas. Había que estudiar cómo estas razas estaban distribuidas por el mundo y cómo influían unas sobre otras en sus cruzamientos, etc.

Darwin trataba también la manera en que los humanos se habían desarrollado desde un tipo inferior. Abordaba multitud de cuestiones como la variabilidad del cuerpo y la mente, la herencia, las causas de la variabilidad, leyes de la variación idénticas en los humanos y en animales inferiores, la acción directa de las condiciones de vida, los efectos del aumento del uso y desuso de los órganos, el desarrollo estacionario, la reversión, la variación correlativa, causas de la postura erguida, la disminución de los caninos, el aumento del cráneo, la ausencia de cola, etcétera.

El naturalista inglés afirmaba que se podía inferir que cuando en una época remota nuestros progenitores permanecían aún en un estado de transición, y estaban cambiando de cuadrúpedos a bípedos, la selección natural probablemente había sido favorecida en gran medida por los efectos hereditarios del uso aumentado o disminuido de las diferentes partes del cuerpo. El ser humano, en su estado actual más imperfecto, era para Darwin el animal dominante más perfecto que cualquier otra forma altamente organizada que hubiera aparecido en la superficie terrestre. Su superioridad era debida a sus facultades intelectuales, a sus hábitos sociales, que le llevaban a ayudar y defender a sus semejantes, y a su estructura corporal. Estos caracteres habían quedado demostrados en el resultado final de la lucha por la existencia. Las altas facultades intelectuales humanas les habían permitido la evolución del lenguaje articulado, agente principal de sus progresos. Habían inventado y eran capaces de usar diferentes armas, herramientas, trampas, etc., con las que se defendían a sí mismos, mataban o capturaban presas y obtenían los alimentos. Habían construido balsas o canoas para pescar o cruzar a las vecinas islas fértiles. Habían descubierto el arte de hacer fuego, mediante el cual la carne cruda o las raíces duras y fibrosas podían digerirse, y convertir en inocuas las raíces o hierbas venenosas. El descubrimiento del fuego, que probablemente había sido el más grande jamás hecho por la humanidad, con excepción del lenguaje, se remontaba a antes del comienzo de la historia. Estos inventos, por los que los humanos se habían vuelto tan preeminentes, habían sido el resultado directo del desarrollo de su capacidad de observación, la memoria, la curiosidad, la imaginación y la razón.

En conclusión, el modelo darwiniano postulaba para el surgimiento de la humanidad el abandono de la vida arbórea, la bipedación, que además liberaba las manos y permitía la construcción de herramientas, la nueva vida como cazador-recolector capaz de consumir proteínas de origen animal, con cambios anatómicos en su dentición, y por fin, la expansión del cerebro que le permitió una nueva forma de pensar, aumentar su sociabilidad, prever el futuro,

tener conciencia y desarrollar una cultura. El problema que se plantea es saber cómo se fueron adquiriendo estos rasgos y capacidades en el tiempo, ya que, por ejemplo, sabemos que la marcha erguida de los australopitécidos en Laetoli se registra en unas huellas de 3.6 millones de años, en tanto que la fabricación de instrumentos, el consumo de carne y la llamada pinza de precisión de la mano aparecieron, según Bermúdez de Castro, hace más de 2.5 millones de años, mientras que otros rasgos surgieron en una especie de salto evolutivo hace un poco más de un millón de años, probablemente en el este de África y en el sureste de Asia.

Darwin compara las facultades mentales humanas con las de los animales inferiores. Comienza planteando que la diferencia entre la potencia mental de los monos superiores y los salvajes menos civilizados era inmensa. Aborda también los instintos comunes, la emoción, la curiosidad, la imitación, la atención, la memoria, la imaginación, la razón, los utensilios y armas usadas por los animales, la abstracción y la conciencia, el lenguaje, el sentido de la belleza, la creencia en un dios, en agentes espirituales y en supersticiones. Aborda Darwin cuestiones como el sentido moral, las cualidades de los animales sociales, el origen de la sociabilidad, la lucha entre instintos contrarios, el hombre como animal sociable, los instintos sociales constantes que dominan a los menos persistentes, los salvajes no consideran más virtudes que las sociales, las virtudes personales se adquieren en un periodo ulterior de desarrollo, la importancia del juicio de los miembros de una comunidad sobre la conducta y la transmisión de las tendencias morales.

Darwin sostenía que no podía haber ninguna duda de que era inmensa la diferencia entre la mente del ser humano más bajo en la escala de la civilización y la mente más desarrollada de un animal, como un simio antropomorfo. Pero esta diferencia tan grande era una cuestión de grado, no de clase. Así que en el siguiente capítulo plantearía algunas observaciones sobre los grados y los pasos probables por los cuales las diversas facultades mentales y morales humanas habían pasado gradualmente.

El capítulo quinto, por tanto, lo dedicó Darwin al desarrollo de las facultades intelectuales y morales en los tiempos primitivos y en los civilizados. Comenzaba planteando cuáles habían sido los progresos de las facultades intelectuales debidos a la selección natural, para tratar a continuación la importancia de la imitación, las facultades sociales y morales y su desarrollo dentro de una misma tribu, la acción de la selección natural en las naciones civilizadas y las pruebas de que las naciones civilizadas fueron una vez bárbaras.

El penúltimo capítulo de esta primera parte está dedicado a las afinidades y genealogía de la humanidad. Sus argumentos pasan por su posición en la serie animal, el sistema genealógico natural, los puntos de semejanza entre los seres humanos y los simios, el rango del género *Homo* en el sistema natural, la antigüedad de la humanidad y lugar de su nacimiento, la ausencia de eslabones fósiles que sirvan de enlace, los grados inferiores de la genealogía de los humanos deducidos de sus afinidades y de su estructura y la primitiva condición andrógina de los vertebrados.

Respecto a la antigüedad y al lugar donde se había originado el género humano tras separase del grupo de los catarrinos, Darwin apostaba, debido a las estrechas relaciones con los monos del Viejo Continente, por las mismas regiones en que vivían estos. No creía que pudiera ser Australia o una isla oceánica, a causa de las leyes de la distribución geográfica. En cada gran región del mundo los mamíferos vivos estaban estrechamente relacionados con las especies extintas de la misma región. Por tanto, era probable que África hubiera sido antiguamente habitada por monos extintos muy afines a gorilas y chimpancés. Como estas dos especies eran actualmente las más cercanas a nosotros, era más probable que nuestros primeros progenitores hubieran vivido en el continente africano antes que en otros lugares. Respecto a la falta de eslabones, Darwin sostenía que no era crucial la ausencia de restos fósiles de formas intermedias entre humanos y sus antecesores simiescos, ya que Lyell había demostrado que hasta la fecha el hallazgo de fósiles de vertebrados se había realizado de manera lenta y fortuita. Recordaba además que

aún no se habían realizado excavaciones paleontológicas en las regiones geográficas más apropiadas para realizar tales hallazgos, donde debían abundar restos fósiles de la criatura simiesca (*ape-like*) antecesora de la humanidad. Darwin se hubiera sorprendido de su acierto y la concordancia con algunas tesis actuales en paleoantropología. Respecto a la falta de fósiles humanos, sobre todo en África, el patriarca de las investigaciones en Atapuerca (Burgos, España), Emiliano Aguirre, ya advirtió que hubo una fuerte caída en las tasas de sedimentación por causas tectónicas.

En sentido general podemos afirmar que en los últimos años ha habido un gran avance en la investigación paleoantropológica que nos sitúa en un escenario algo más claro en el desciframiento del enigma del origen de la humanidad, aunque todavía con algunas sombras. Como indica Antonio Rosas, experto en la evolución neandertal, los pitecantropinos se fueron expandiendo por África y Asia hace unos dos millones de años. *Homo erectus*, en el que se han ido concentrado antiguas especies supuestas, se mantuvo en una estasis durante un largo periodo y hace un millón de años surgen rasgos característicos de lo que podemos asociar al humano moderno. Por otro lado, los descubrimientos en la Gran Dolina de Atapuerca en 1994, por el grupo de investigación liderado por Arsuaga, Carbonell y Bermúdez de Castro, supusieron un paso adelante en la comprensión de la evolución o al menos se abrió una nueva explicación evolutiva, con la posibilidad de que la nueva especie encontrada, *Homo antecessor*, fuera el antepasado común de *Homo sapiens* y de *Homo neanderthalensis*. Todavía no se han resuelto los problemas para explicar bien la ocupación humana de Europa, incluidas las rutas —desde la oriental clásica en varias oleadas hasta la posibilidad de un paso por el estrecho de Gibraltar— y la presencia coetánea de varias especies humanas.

Siguiendo a Antonio Rosas, hace unos 100 000 años convivieron en la Tierra al menos cinco especies humanas (o quizá subespecies en opinión de Bermúdez de Castro), los *sapiens* (nosotros mismos), los neandertales, los llamados *hobbits* de la isla de Flores en Indonesia (*Homo floresiensis*), los últimos representantes de

Homo erectus y los conocidos recientemente como *denisovanos*, encontrados en la cueva de Denisova (Siberia). Todavía se complica más el asunto al haber descubierto el análisis del ADN antiguo —con una técnica perfeccionada por Svante Pääbo— hibridaciones de *sapiens* con neandertales y de estos con denisovanos, que han dejado rastros en las actuales poblaciones humanas. Y otro problema, los *sapiens* no eran los únicos en tener un gran cerebro capaz de prácticas "humanas" y cultura propia, ya que los últimos avances en la investigación sobre neandertales, en gran medida liderada por el propio Rosas, demuestran la gran capacidad cultural de esta especie humana. Además estos parientes humanos contaban con algunas ventajas adaptativas para la vida en Europa que luego nos han legado parcialmente en nuestro genoma.

En la parte dedicada a la genealogía de nuestra especie, Darwin disertaba respecto a las razas humanas acerca de los argumentos empleados en la clasificación de dichas razas como especies distintas, sobre el concepto de subespecie, las propuestas formuladas por monogenistas y poligenistas, las semejanzas del cuerpo y la mente entre las razas humanas, el estado del género humano cuando se había expandido por primera vez sobre la Tierra. Asimismo planteaba que cada raza no descendía de una sola pareja, se interesaba en el problema de la extinción de las razas humanas, y de su formación, de los efectos del cruzamiento, de la escasa influencia de la acción directa de las condiciones de vida y de la influencia, fuera ligera o nula, de la selección natural y la selección sexual.

Los naturalistas que admitían el principio de la evolución, decía Darwin, no encontraban ningún problema en admitir que todas las razas humanas descendían de una sola población primitiva. Sin embargo, era posible, aunque no probable, que los primeros progenitores de los seres humanos hubieran tenido al principio caracteres muy distintos, llegando a ser más diferentes entre sí que cualquiera de las razas existentes en la actualidad, aunque posteriormente esas diferencias hubieran convergido en sus caracteres. En la actualidad esta afirmación nos hace pensar en esa posibilidad, una vez descu-

biertos muchos más restos fósiles de esa humanidad primitiva (neandertales, denisovanos y *sapiens*) que además era capaz de intercambiar sus genes por contactos sexuales.

Darwin termina este capítulo reconociendo que se habían visto frustrados todos los intentos para dar cuenta de las diferencias específicas entre las razas humanas, aunque aún quedaba pendiente analizar un importante actor, la selección sexual, que parecía haber obrado poderosamente sobre los seres humanos y en muchos animales. Con esto no pretendía afirmar que la selección sexual fuera a explicar todas las diferencias que existían entre las razas; sin embargo, dedicaría el resto de su obra, la mayor parte de los dos tomos, a analizar la importancia de la selección sexual.

Antes de comenzar la segunda parte de su libro, Darwin incluyó una nota de Huxley relativa a las semejanzas y diferencias en la estructura y el desarrollo del cerebro en humanos y en simios. Huxley comentaba que la polémica sobre esta cuestión había surgido quince años atrás. Aunque el debate aún no había terminado, en esos momentos el objeto de la controversia era otra. Años atrás, decía, Richard Owen había afirmado que el cerebro de los simios difería del humano por carecer de estructuras tales como los lóbulos posteriores de los hemisferios cerebrales, el cuerno posterior del ventrículo lateral y el *hippocampus minor*, que estaban muy marcados en el género humano. Pero Huxley había rebatido las consideraciones de Owen asegurando que las tres estructuras estaban tan desarrolladas en el cerebro de los simios como estaban en el de los humanos, y que esto además era característico de todos los primates, a excepción de los lemúridos.

LA SELECCIÓN SEXUAL EN LOS ANIMALES

Iniciaba Darwin su exposición diciendo que:

> En los animales cuyos sexos están separados, los machos difieren necesariamente de las hembras por sus distintos órganos de repro-

> ducción, que constituyen los caracteres sexuales primarios. Pero, además, los sexos difieren por lo que Hunter ha llamado caracteres sexuales secundarios, los cuales no están directamente relacionados con el acto de la reproducción.

Asimismo comentaba que la hembra difería del macho en tener órganos con qué alimentar o proteger las crías, tales como las glándulas mamarias de los mamíferos y las bolsas abdominales de las marsupiales. Pero realmente lo que destacaba era otro tipo de diferencias:

> Existen además otras diferencias sexuales, sin relación ninguna con los órganos primarios reproductores, que son los que más especialmente nos importan, contándose entre ellas el mayor tamaño, la fuerza e instintos guerreros del macho, sus armas ofensivas y defensivas, su hermosa coloración y variados ornamentos, su mayor fuerza para el canto y otras cualidades semejantes.

Además, fuera de las diferencias sexuales primarias y secundarias ya indicadas, Darwin señalaba que los machos y hembras de algunos animales se diferenciaban por la estructura relacionada con los distintos hábitos de vida, y de ningún modo, sino muy indirectamente, con las funciones reproductoras.

Pero lo importante es estudiar la selección sexual, que en opinión de Darwin dependía de las ventajas que unos individuos tienen sobre otros del mismo sexo y especie únicamente desde el punto de vista de la reproducción, ya que "cuando sucede, como en los casos arriba mencionados, que los dos sexos difieren en estructura por razón de los hábitos distintos de vida, no cabe duda de que fueron modificados por *selección natural* y por herencia limitada a uno e idéntico sexo".

Lo que parece claro es que cuando aparece alguna ventaja sobre los otros machos, y se trasmite a la prole masculina exclusivamente, es indudable que la selección sexual debió tomar aquí una

parte muy principal, distinguiéndose de la selección natural, responsable de algunos caracteres sexuales primarios.

Darwin insistía en que hay muchas

> estructuras e instintos cuya causa de desarrollo debe sin duda ser la selección sexual; tales son, en los machos, las armas ofensivas y defensivas para pelear con sus rivales y ahuyentarlos, el valor y cualidades guerreras, los varios adornos, el artificio con que producen música vocal o instrumental y las glándulas que desprenden olores más o menos suaves, medios estos últimos que sirven únicamente para halagar o excitar a la hembra. Claro está que estos caracteres fueron resultado de la selección sexual y no de la ordinaria.

También declaraba cierta incapacidad al exponer:

> Por causa de nuestra ignorancia sobre bastantes aspectos, no se puede a punto fijo determinar el modo como obra la selección sexual. No obstante, si aquellos naturalistas que ya creen en la mutabilidad de las especies leen los capítulos siguientes, convendrán sin duda con nosotros en que la selección sexual ha desempeñado un papel principal en la historia del mundo orgánico.

Asimismo era contundente al expresar: "En suma, es indudable que en casi todos los animales de sexos separados existe una constante y periódica lucha entre los machos por la posesión de las hembras."

Sobre la capacidad electiva de las hembras, algo que Juan Moreno ha considerado revolucionario para su época, por su rechazo al androcentrismo, y que más tarde se ha completado con las teorías sobre selección social e inversión parental, Darwin es también muy expresivo:

> Las hembras, pues, más vigorosas, las primeras en estar dispuestas para la generación, podrán escoger entre muchos machos, y aun-

> que no siempre elijan al más robusto ni al mejor armado, escogerán a los que, siendo vigorosos y bien armados, venzan a los demás por el conjunto de otros caracteres más atractivos.

Dedicaba Darwin un pequeño espacio a discutir la importancia de la poligamia en la selección sexual, de modo que muchos animales forman grupos de hembras con un solo macho, como en cérvidos o en leones, generalmente más grandes. En el caso de las aves parece existir una estrecha relación entre la poligamia y el marcado desarrollo de las diferencias sexuales, ya que en las monógamas las diferencias entre sexos son escasas. Además, tras numerosas observaciones, Darwin decía que "conviene notar que el instinto de juntarse con una sola hembra se pierde fácilmente al convertirse en domésticos los animales".

Asimismo aparecen algunas afirmaciones contundentes, siempre acompañadas de ejemplos vistos en el mundo natural, como por ejemplo que el macho, por lo general, aparece más modificado que la hembra y es más activo en la búsqueda del otro sexo que esta, aunque finalmente es la hembra en general la que elige su pareja. Esta afirmación de Darwin, que no compartieron en su día ni su amigo Thomas H. Huxley ni el cofundador de la teoría evolutiva Alfred R. Wallace, siempre más partidario de atribuir casi todo al mecanismo de la selección natural, tuvo que esperar a la obra de Ronald Fisher *The Genetical Theory of Natural Selection* en 1930 para ser comprendida.

En relación con la variabilidad de los caracteres sexuales secundarios, Darwin continuaba diciendo:

> La mayor vehemencia de los machos ha conducido, pues, siquiera sea indirectamente, al desarrollo más frecuente de sus caracteres sexuales secundarios que en las hembras, desarrollo que ha debido ser mucho mayor por las variaciones a que están los machos sujetos con preferencia sobre las hembras, según hemos podido deducir después de largas observaciones en los animales domesticados.

Darwin también apuntaba que la causa de la mayor variabilidad del macho era desconocida. Se observaba que los caracteres sexuales secundarios eran en extremo variables y que los mismos estaban normalmente confinados en los machos. Por la acción de la selección sexual y natural los machos aparecían en muchos casos muy diferentes a las hembras. Se comprueba que la hembra debe emplear mucha de su materia orgánica en la formación de los huevos, mientras el macho consume parte de su fuerza en fieros combates contra los rivales, en correr buscando a la hembra, en ejercitar su voz, en emitir secreciones odoríferas, etc., en un corto periodo, el de la época de celo, en el que muchas veces aumentan también sus colores, independientemente de otras diferencias que ya existiesen entre los dos sexos. Darwin sostenía también que en los humanos, lo mismo que en cualquier animal inferior, la temperatura corporal de los machos era más elevada que en las hembras, fenómeno al que en el hombre acompaña mayor lentitud en el pulso. En suma, el gasto de materia y de fuerza era en los dos sexos aproximadamente igual, aunque se realizaba por distintos motivos y de diversas maneras.

Respecto a los posibles conflictos entre la selección sexual y la selección natural, Darwin se mostraba bastante cauto y afirmaba que la selección sexual obraba de una manera menos rigurosa que la natural, pues esta producía sus efectos por la vida o muerte en todas las edades de los individuos más o menos favorecidos. Explicaba que "no pocas veces, la muerte es consecuencia de los conflictos entre los machos rivales, aunque lo más general es que los machos vencidos no logren poseer una hembra, o caso contrario, que solo disponga de la más atrasada, menos vigorosa y menos apta para la reproducción". Con respecto a las estructuras destinadas a hacer que un macho triunfase sobre otro, bien por combate, bien por encantos que le hicieran más atractivo a la hembra, no existía límite alguno que definiera la extensión de las modificaciones ventajosas, con lo cual, mientras más aumentasen las variaciones favorables, más seguiría adelante la obra de la selección sexual. A pesar

de esto, Darwin afirmaba prudentemente que "la selección natural hará que los machos no adquieran tales caracteres, si les hubieran de ser altamente perjudiciales, ya por consumirse en ello más de lo justo sus fuerzas vitales, ya por exponerles a grandes peligros".

Hubo un intento por parte de Darwin de explicar algunos fenómenos de selección sexual por las leyes de la herencia, según el estado de conocimientos que él tenía por entonces, tanto como fenómeno general como para explicar los casos de herencia de caracteres en algunos periodos de desarrollo, en algunos casos de aparición estacional o en otros que aparecían ligados al sexo, siempre con ejemplos infinitos obtenidos por su propia experiencia o por multitud de colegas que le habían remitido sus datos empíricos, tanto en animales silvestres como domésticos.

Parece en todo caso que Darwin era consciente de la dificultad de comprender las leyes de la herencia, ya que reconocía que estas leyes se regían por causas que eran desconocidas y distaban mucho de ser invariables. Afirmaba que durante la modificación de una especie, los cambios sucesivos que se originaban podían transmitirse por diferentes caminos: unos a un sexo nada más, otros a los dos juntamente, otros a la prole en determinada edad, y otros, por fin, a la prole en todas las edades. No solo eran complejas las leyes de la herencia, sino también las causas que regían y gobernaban la variabilidad. La selección sexual tenía que estar supeditada a la selección natural, que tiende al bienestar general de la especie.

Además, consideraba el naturalista que la selección sexual no podía obrar sobre ningún animal antes de que llegase su edad de reproducción, pensando que generalmente obraba más sobre el macho que sobre la hembra. Esto podía explicar que el macho en muchas especies hubiera llegado a proveerse de armas para luchar con sus rivales y de órganos para descubrir a la hembra, retenerla, excitarla y atraerla. La importancia de adquirir los caracteres sexuales en los adultos era que las ventajas procedentes de la adquisición de semejantes caracteres para precaverse del peligro, como los cuernos en los ciervos, les compensaban con creces la poca fuerza

vital que hubieran perdido como consecuencia de la adquisición de otros, como por ejemplo los colores llamativos en algunas especies, peligrosos desde el punto de vista de la supervivencia. Pensaba Darwin que estas posibles variaciones como las que daban al macho mayores probabilidades de vencer a los otros machos, o de encontrar, asegurar y seducir al sexo opuesto, si aparecían en la hembra no le serían de utilidad alguna y no serían conservadas por la selección sexual.

Un tema complejo, que el propio Darwin analiza con numerosos ejemplos, desde el hombre hasta los peces o los insectos, era el de la desproporción en los sexos en las diferentes clases de animales. En este asunto no llegó a alguna conclusión válida, ya que parece que la selección natural actuaría según los casos, y por otra parte, en los humanos se daban situaciones complejas de naturaleza cultural para la aparente distribución de los dos géneros, como por ejemplo la práctica del infanticidio en algunos pueblos y especialmente con las niñas.

Los capítulos siguientes de esta segunda parte dedicada a la selección sexual se centraron en el estudio de los caracteres sexuales secundarios en las "clases inferiores" del reino animal, en los insectos, en los peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Respecto a los primeros, Darwin pensaba que en los animales que pertenecían a las clases inferiores no era raro encontrar unidos los dos sexos en el mismo individuo, siendo por tanto imposible el desarrollo de caracteres sexuales secundarios. En otros casos, aunque los sexos estaban separados, se encontraban perennemente adheridos a una base fija y no podían moverse en busca de los otros ni luchar por alcanzarlos, además de tener capacidades mentales reducidas como para sentir rivalidad o aprecio por el otro sexo. Para diferenciar la producción de algunos caracteres de lo que sucede en animales superiores, Darwin consideraba que muchos de los inferiores, así hermafroditas como de sexo diferenciado, estaban adornados con brillantísimos colores o pintados y rayados caprichosamente; por ejemplo, los corales y anémonas marinas, algunas medusas, algunas

planarias y muchas ascidias, estrellas de mar, etc.; pero se podía deducir de las razones antes alegadas, principalmente de la unión de los dos sexos en algunos de estos animales, la condición permanentemente fija de otros y la reducida capacidad mental de todos, que semejantes colores no les servían de atractivo sexual, y que, por consiguiente, no habían sido producidos por los efectos de la selección sexual y era más probable que se debieran a otros fenómenos internos de coloración o a la selección natural, en el caso de que estos colores les beneficiaran en la lucha por la existencia.

Solo en los crustáceos encontraba por primera vez evidentes caracteres sexuales secundarios, desarrollados a menudo de modo notable, como por ejemplo el desarrollo asimétrico de algunas patas o el mayor crecimiento en los machos para la mejor sujeción de las hembras en el momento de la procreación, como había señalado el naturalista alemán afincado en Brasil, Fritz Müller. Además, aunque Darwin no estaba seguro de que los crustáceos machos combatiesen entre sí por la posesión de las hembras, era un hecho probable, ya que en la mayoría de los animales en los que el macho era más grande que la hembra, parecía que su mayor tamaño era debido a que sus antecesores lucharon con otros machos durante muchas generaciones.

Darwin observó también que, con los datos de un naturalista destacado como Canestrini, en ciertos géneros de arácnidos era muy fácil distinguir los machos de distintas especies, cosa que en las hembras es de la mayor dificultad, en tanto que otros autores como Blackwall indicaban para este grupo que los sexos comúnmente se parecían mientras eran jóvenes, y que ambos experimentaban grandes cambios de coloración durante sus mudas sucesivas antes de alcanzar su pleno desarrollo. Además, las arañas poseían sentidos muy finos y daban muestra de gran inteligencia; manifestando las hembras un gran afecto por sus huevos, que llevaban encima en una bolsita sedosa. Canestrini también había observado que los machos buscaban con gran interés a las hembras y luchaban con otros por su posesión, en tanto que estas rechazaban a veces al macho que la

perseguía y tenía capacidad de elección. Tras estas consideraciones, Darwin admitía que las marcadas diferencias de color en los sexos de ciertas especies de arácnidos eran resultado de la selección sexual.

Al adentrarse en el inmenso mundo de los insectos, el naturalista inglés comentaba cómo variaban en ocasiones los sexos en sus órganos motores y algunas veces en los de los sentidos, como por ejemplo las bellas antenas plumosas de los machos de muchas especies. Además, le interesaban las estructuras que permitían a un macho vencer a su rival, tanto en la lucha como en el proceso de seducción, por medio de su fuerza, combatividad, adornos o sonidos, así como las innumerables estructuras morfológicas que permitían al macho retener a la hembra. Asimismo describía cómo en los sexos de muchas especies aparecían también diferencias cuyo objeto era desconocido, como en el caso de un escarabajo macho cuya mandíbula derecha se había desarrollado de tal manera que deformaba por completo la boca u otros en los que la cabeza de la hembra era mucho mayor, o el de algunas mariposas británicas en la que solo los machos presentaban escamas, sin que se pudiera entender el objeto de dicha diferencia sexual. No sucedía lo mismo con algunos insectos que utilizaban el sonido para la atracción de las hembras como en los cicádidos, los locústidos y en los grillos, o la coloración en algunas abejas, que Darwin, apoyándose en Fritz Müller, consideraba producida por selección sexual. Asimismo eran observables los grandes cuernos que sobresalían en la cabeza y el tórax de los machos, que constituían una diferencia considerable entre los individuos de distinto sexo en los coleópteros, al ser utilizados en muchas ocasiones por estos para la lucha por la posesión de las hembras. También, aunque no siempre, había coleópteros que usaban el sonido o el ruido estridente para atraer y excitar a las hembras, por lo que la selección sexual había privilegiado el desarrollo de ciertas rugosidades en sus cuerpos para transformarlos gradualmente en órganos estriduladores.

Sobre la elección del macho por la hembra, un asunto al que Darwin volvía a menudo en la obra, suponía que la selección sexual

hacía que los individuos más atractivos fueran preferidos por el sexo opuesto. Como en los insectos, cuando los sexos diferían, era siempre el macho el más adornado y el que más se apartaba del tipo de la especie, y eran los machos los que buscaban a las hembras; debía suponerse que eran las hembras las que escogían casi siempre a los machos más atractivos, y que esta elección era la causa principal de sus brillantes ornamentos. Juan Moreno ha explicado recientemente la importancia de esta subteoría de la selección sexual por elección de las hembras, tras el redescubrimiento de la teoría darwiniana por Fisher y la revisión de Malte Andersson titulada *Sexual Selection* (1994), así como la explosión de trabajos de ecología del comportamiento.

Es también muy interesante la comparación darwiniana entre los insectos y las aves, sobre todo en lo referente a los caracteres sexuales secundarios. Así encontraba que muchas aves macho eran belicosas en exceso y estaban provistas de armas especialmente destinadas a luchar con sus rivales. Además, poseían también órganos propios para producir, durante la época de reproducción, música vocal e instrumental. Estaban a menudo adornadas con crestas, apéndices, carúnculas y plumas de las más diversos tipos, decoradas con los más bellos colores. Se ha demostrado que la coloración es además un indicador del estrés, el estado general de salud, la inmunocompetencia y la capacidad antioxidante, lo que en general revela un buen estado en el individuo que puede ser elegido para la reproducción. Como en algunos insectos, los machos y las hembras de ciertos grupos de aves eran igualmente bellos y se hallaban revestidos de adornos generalmente restringidos al macho, en fin, caracteres que solo podrían ser explicados mediante un proceso de selección sexual.

En el análisis de la selección sexual, Darwin progresaba hasta llegar a ver lo que sucedía en los peces, anfibios y reptiles, ya en los vertebrados, a los que dedicó un capítulo. La realidad es que en muchos peces volvía a encontrar procesos de seducción y combate ya vistos en otros grupos zoológicos, con variaciones en el tamaño;

generalmente eran mayores las hembras, volvía a encontrar vivos colores y apéndices en los machos en la época de reproducción, en la que además aparecían comportamientos de ostentación de caracteres y galanteo, etc., en tanto que en los anfibios reencontraba marcadas diferencias de color y estructura en algunos casos u órganos sonoros, similares a los ya descritos para otros grupos. En el caso de los peces, Darwin pensaba que en la mayoría de los casos en los que los sexos diferían por el color o por otros adornos, era el macho generalmente el que variaba, y que sus variaciones pasaban al mismo sexo, habiéndose acumulado por medio de la selección sexual con la atracción o seducción de las hembras.

El análisis de los reptiles parece ser más superficial que en otros grupos, ya que Darwin solo examina levemente algunas diferencias en sus caracteres. Pensaba además que las tortugas y los galápagos no presentaban diferencias sexuales bien pronunciadas, aunque en las grandes tortugas de las islas Galápagos se había observado que los machos alcanzaban un mayor tamaño que las hembras y durante la época de reproducción solamente el macho lanzaba unos sonidos roncos que parecían balidos, en tanto que la hembra no hacía nunca uso de su voz. De los cocodrilos apenas se comenta que en algunas especies se emite un fuerte olor, exhibición de atributos y hay lucha por las hembras. En los ofidios volvía a repetirse la variación de tamaño entre sexos, más grandes las hembras, el macho más coloreado, aunque a veces con un sentido de protección, glándulas odoríferas que se activaban en la época reproductiva, pero no parecía existir el combate por las hembras en los ofidios, en tanto que sí era muy visible en algunas especies de lagartos, en los que también solían diferir sus caracteres externos, como en las iguanas y camaleones. Darwin concluía que la selección sexual parecía haber representado un papel tan activo en los reptiles como en las aves.

El caso de las aves fue uno de los que más le interesó, y a eso le dedicó cuatro capítulos en este libro. Al inicio comentaba que los caracteres sexuales secundarios eran más variados y visibles en las aves que en ninguna otra clase de animales, aunque no siempre se

verificaban cambios de estructura importantes. Como en otros animales, los machos poseían a veces armas especiales para luchar entre sí, ya que casi todas las aves machos eran muy belicosas y se valían en sus peleas del pico, de las alas y de las patas. Asimismo podían seducir a las hembras con músicas vocales o instrumentales variadas y estaban adornados con toda clase de crestas, carúnculas, protuberancias, cuernos, buches distendidos por el aire, moños, penachos y largas plumas o incluso con ciertos olores. Además el pico, las partes desnudas de la cabeza y las plumas eran generalmente de colores vistosos y los machos cortejaban a las hembras bailando o haciendo extraordinarios movimientos en el suelo o en el aire. En opinión de Darwin, las aves parecían ser los más estéticos de todos los animales, excepto el hombre, y mostraban casi el mismo gusto que nosotros por lo bello.

En el resumen de los capítulos dedicados a las aves insistió en algunas proposiciones generales, que además se daban en muchos casos en otras clases de animales. Por ejemplo, señalaba que los machos más combativos y mejor armados raramente o nunca fundaban su éxito solo en sus facultades para ahuyentar o matar a sus rivales, sino que tenían medios o capacidades especiales para enamorar a la hembra. En algunos casos era la facultad del canto o de emitir sonidos extraños o musicales y esto producía en los machos diferencias con la hembra en sus órganos vocales o en la estructura de ciertas plumas. Asimismo, al comentar la importancia de algunos caracteres sexuales secundarios en las aves, Darwin mencionaba que los adornos de los machos debían ser de gran importancia, puesto que en muchos casos habían sido adquiridos a costa de aumentar el peligro al que se hallaban expuestos a causa de sus enemigos y hasta de cierta pérdida de fuerza para pelear con sus rivales, lo que por tanto no podía explicarse desde la selección natural.

Los machos de muchísimas especies no alcanzaban su librea ornamental hasta llegar a la madurez o solo la adquirían durante la época de la reproducción, o se hacían entonces más vívidos sus colores, lo que sí se explicaba desde la selección sexual. De la mis-

ma forma, Darwin pensaba que si se admitía que las hembras preferían o eran excitadas inconscientemente por los machos más bellos, entonces estos se harían lentamente más atractivos por medio de la selección sexual, algo que podía constatarse empíricamente observando las modificaciones estructurales en los machos de las aves, en tanto que las hembras y los individuos jóvenes aparecían muy poco modificados.

Los mamíferos fueron el último grupo estudiado, en dos capítulos, antes de acometer el análisis de lo que sucedía en los humanos. Según él, la ley del combate por la posesión de la hembra parecía prevalecer en todos los mamíferos, aunque también aparecían rasgos ligados a una lucha más pacífica, como la existencia de algunas glándulas odoríferas, la presencia de colores vistosos o la emisión de sonidos por parte de los machos para seducir al otro sexo, como sucedía en los ciervos, ya que en algunos casos volvía a repetirse el fenómeno de la elección, por parte de la hembra, del macho elegido para procrear. De hecho se ha comprobado cómo la emisión de sonidos tanto en insectos, anfibios y aves como en mamíferos es una señal de poderío dirigida a los machos rivales pero también un carácter atractivo para las hembras. Algo parecido sucede con la emisión de olores, que en muchos casos sirven de señales atractivas para las hembras de numerosas especies, siendo capaces de evaluar a distancia la calidad del macho a elegir.

Asimismo, en muchos monos la belleza y disposición de sus colores y la variada y elegante combinación de crestas y tufos de pelo en sus cabezas, o la cara del mandril macho africano surcada de hermosos colores, hacían que Darwin estuviera casi seguro de que estos caracteres fueron adquiridos exclusivamente como ornamentos por la selección sexual.

Debía admitirse que el tamaño mayor, la fuerza, valor y combatividad del macho, sus armas especiales y ofensivas, así como sus medios de defensa, fueron todos adquiridos o modificados por la selección sexual. Esto no dependía de ninguna superioridad en la lucha general por la existencia, según Darwin, sino de que ciertos

individuos de un sexo, generalmente el masculino, pudieron sobreponerse a otros machos y dejar una descendencia más numerosa con la herencia de sus cualidades superiores, lo que en términos más modernos se traduce en una mayor eficacia biológica.

Juan Moreno ha reivindicado en su libro *Evolución por selección sexual según Darwin* los principios generales de la obra de Charles Darwin en relación con la selección sexual apoyándose en una gran cantidad de observaciones propias y ajenas, llegando a conclusiones que dan la razón al naturalista inglés en sus afirmaciones, aunque con mayor precisión en algunos casos. De esta manera, Moreno constata, según sus pruebas, que los rasgos social y sexualmente seleccionados son costosos de producir y mantener y son indicadores confiables de calidad, en tanto que las señales seleccionadas de la misma manera no pueden ser arbitrarias respecto a los condicionantes ambientales. Además, los rasgos social y sexualmente seleccionados son importantes para todo tipo de organismos, evolucionan fácilmente de otros rasgos por alteraciones en procesos de desarrollo ontogénico, pueden divergir fácilmente promoviendo la especiación, evolucionando en algunos casos a novedades evolutivas clave e indican la importancia del ambiente social para la evolución.

LA SELECCIÓN SEXUAL EN RELACIÓN CON EL HOMBRE

Darwin dedicó los dos capítulos de la tercera parte de su libro al problema de la selección sexual en relación con el género humano. En el primero abordó los caracteres sexuales secundarios, desarrollando cuestiones como las diferencias entre los sexos en la humanidad, que eran mayores que en casi todos los mamíferos, las causas de dichas diferencias y de ciertos caracteres que eran comunes en los dos sexos, la ley del enfrentamiento por la posesión de la mujer, las diferencias en las facultades mentales y en la voz de los dos sexos, la influencia de la belleza a la hora de determinar los matrimonios en el género humano, la importancia que daban los

salvajes a los ornamentos y sus ideas acerca de la belleza de las mujeres. El capítulo termina refiriéndose a la tendencia que existía a exagerar toda peculiaridad natural.

El segundo capítulo de esta última parte lo comenzaba Darwin analizando los efectos de la selección continuada de la mujer según los diferentes ideales de belleza en cada raza, las causas que intervenían en la selección sexual en los pueblos civilizados y en los salvajes, las condiciones favorables para la selección sexual durante los tiempos primitivos, el modo de acción de la selección sexual en la especie humana, la relativa capacidad que tenían las mujeres de las tribus no occidentales para poder elegir a sus maridos, la ausencia de pelo en el cuerpo y el desarrollo de la barba, acabando con el color de la piel.

Darwin llegaba a la conclusión de que el mayor tamaño, fuerza, valor acometividad y energía del hombre, en comparación con la mujer, se habían adquirido en los tiempos primitivos y posteriormente habían ido en aumento sucesivo, principalmente a causa de las luchas con los machos rivales por la posesión de las hembras. El mayor vigor intelectual y la mayor fuerza inventiva en los seres humanos se debía probablemente, en su opinión, a la selección natural, a la que había que añadir los efectos hereditarios del hábito, ya que los hombres más capaces obtendrían mayores éxitos en la defensa y el aprovisionamiento de ellos, de sus mujeres y sus descendientes. Había otros caracteres como la barba de los machos y la voz dulce o la hermosura de las hembras que sin duda venían determinados por procesos de selección sexual, sobre todo en los tiempos primitivos cuando acababan de alcanzar su nivel de "humanidad", con indudables variaciones en las diferentes razas humanas, ya que era comprobable cómo cada una de ellas admiraba cualidades diferentes, como la forma de la cabeza y la cara, la prominencia de los pómulos, la ausencia o presencia de pelo en el rostro y el cuerpo, la longitud del cabello, etcétera.

El naturalista inglés terminaba este resumen de sus dos capítulos afirmando que de todas las causas que habían llevado a las di-

ferencias de los aspectos externos entre las razas humanas, y en cierta medida entre éstas y los animales inferiores, la más eficaz había sido la selección sexual. Reconocía que la principal conclusión de su obra, es decir, que los humanos descendían de alguna forma de menor complejidad orgánica, iba a resultar desagradable a mucha gente. De todas formas, para él estaba claro que la base en la que descansaba esta conclusión era incontestable, ya que la estrecha semejanza de los seres humanos y los animales inferiores durante el desarrollo embrionario, así como los innumerables puntos de su estructura y constitución, independientemente de cuál fuera su importancia, como los rudimentos que conservaban los humanos y las regresiones anormales a las que estaba sujeto, eran evidencias que no se podían discutir. El gran principio de la evolución se alzaba de manera clara y precisa cuando se consideraban, junto a este número de hechos, otros como eran las afinidades mutuas de los miembros de un mismo grupo, su distribución geográfica en el pasado y en el presente y su sucesión geológica. Tal conjunción de datos no podían ser interpretados de forma errónea y así quien no se contentara con contemplar los fenómenos de la naturaleza como hechos desconectados e inconexos, como hacían los salvajes, no podía seguir creyendo que la humanidad fuera fruto de un acto separado de creación.

Respecto al gran problema general de la evolución y el origen remoto de la humanidad a partir de seres simples y aparentemente muy inferiores, Darwin opinaba que con el estudio de la estructura embriológica de los humanos, y las homologías que presentaba con los animales inferiores, los rudimentos que aún conservaba y las regresiones a las que era propenso, se podría en parte reconstruir el estado primitivo de nuestros antecesores y su lugar en la serie zoológica. Así se veía que el género *Homo* descendía de un mamífero peludo con cola y orejas puntiagudas, de hábitos probablemente arborícolas y que vivía en el Viejo Mundo. Un naturalista que lo hubiera examinado lo habría clasificado como un cuadrumano, o mamífero con cuatro extremidades y los pulgares oponi-

bles al resto de dedos, al igual que al progenitor aún más antiguo de los monos del Viejo y Nuevo mundos. Todos los mamíferos superiores descenderían de un antiguo marsupial, que a su vez vendría, después de una larga línea de formas diversas, de algún ser medio anfibio, que procedería de un animal semejante a un pez. El progenitor primitivo de los vertebrados debió haber sido un animal acuático provisto de branquias, con los dos sexos reunidos en el mismo individuo y con los órganos más importantes, como el cerebro y el corazón, o imperfectamente desarrollados o aún sin desarrollar. Dicho animal debió parecerse a las larvas de las actuales ascidias marinas. El elevado nivel de las facultades mentales y morales humanas era sin duda la mayor dificultad para adoptar la conclusión anterior sobre el origen humano. Pero admitiendo el principio de la evolución, se seguía que las facultades mentales de los animales superiores, igual en su naturaleza aunque diferente en grado que la humana, eran capaces de perfeccionar y progresar. Darwin reconocía además que la selección sexual se había tratado extensamente en su obra, ya que en su opinión había desempeñado un papel importante en la historia del mundo orgánico.

EL IMPACTO DEL *ORIGEN DEL HOMBRE*

Las reacciones a la obra antropológica de Darwin no tardaron en producirse y eran en realidad una continuación de las ya expresadas tras su primera obra evolucionista. El mismo año de 1871 aparecieron en la prensa británica algunas reseñas interesantes sobre *El origen del hombre* con un ánimo templado, que intentaba hacer una crítica objetiva y más desapasionada de esta obra que alejaba a la humanidad del centro de la Naturaleza para situarlo en el contexto evolutivo de los seres vivos, aunque tuviera un mayor grado de desarrollo mental y moral.

En el número 368 del *Annual Register* de ese mismo año se publicaba una recensión anónima en el apartado de ciencia para co-

mentar el nuevo libro de Darwin, considerado como uno de los resultados científicos del año, con una vertiente popular al afrontar un problema situado en la frontera de la especulación científica y moral. La revista que declaraba su imparcialidad en la controversia desatada por Darwin entre la teología y la ciencia, que por otra parte consideraba conciliable, creía ver que las teorías darwinianas iban a la raíz de la psicología al estudiar la moral y el origen de las sociedades, algo que sin duda influiría en varias generaciones como ya había sucedido con las teorías de Newton. Respecto a uno de los puntos más controvertidos, la posible descendencia humana de los grandes simios o un ancestro común, las evidencias parecían ser muchas en opinión de la revista, la anatomía comparada parecía demostrarlo y la embriología evidenciaba un antepasado común. Pero no parecía tan aceptable que las diferencias mentales entre los humanos y los grandes simios fueran de grado y no de clase, ya que aunque en el nivel de los sentimientos más primitivos pudiera ser así (la imitación, la curiosidad, el humor, el afecto, etc.) no se podía considerar que la inteligencia, el lenguaje y el sentimiento moral fueran similares en los humanos y sus posibles parientes. La segunda parte del libro, dedicada a la selección sexual, fue considerada como un interesante complemento a la teoría de la selección natural, que no explicaba bien la presencia de caracteres sexuales secundarios en algunas aves y otros animales, así como la formación de razas.

También en abril del mismo año apareció en el *Athenaeum* otra reseña anónima sobre *El origen del hombre y la selección en relación al sexo*, que iniciaba con un comentario general que resaltaba también la importancia del nuevo argumento de la selección sexual para explicar algunos fenómenos en el mundo animal, como la ausencia de pelo en el hombre o la presencia de muchos caracteres secundarios en las aves.

> En este trabajo el Sr. Darwin considera si el hombre, como todas las demás especies, ha descendido de alguna forma preexistente. La manera de su desarrollo en tal descendencia asumida y el valor de las diferencias entre las llamadas razas de hombres, sin detallar

estas diferencias, un tema que ha sido tratado plenamente en muchas obras valiosas. A la acción de la selección natural, tal como se explica en el conocido *Origen de las especies*, el autor añade un elaborado tratado sobre la influencia de la selección sexual, que de hecho es la característica principal de la presente publicación.

De manera similar a la anterior crítica, el autor anónimo de la recensión comentaba las aportaciones anatómicas y embriológicas hechas por Darwin, pero consideraba insalvables las diferencias mentales que nos separaban de los demás animales, incluido el lenguaje, el sentido moral y las creencias religiosas. Era en su opinión una obra muy interesante por los hechos reunidos por un gran naturalista pero con una hipótesis inaceptable. La cuestión moral ligada a la religiosa era sin duda un obstáculo para asimilar la teoría evolutiva, como el propio Darwin sabía, e incluso algunas críticas más favorables como las del *Saturday Review* o la del *Examiner*, en las mismas fechas que las anteriores, que alababa la obra y hacía hincapié en los nuevos descubrimientos de supuestos eslabones en la cadena evolutiva de la humanidad, reconocía la dificultad intelectual de admitir la teoría en este nivel. En otros casos, como en la crítica de *The Edinburgh Review*, en su número de julio a octubre de 1871, parecía inconcebible pensar en una misma naturaleza para el sentido moral e intelectual de la humanidad y los animales, y la teoría de la selección sexual era una exageración evidente. La conclusión era definitiva: la aceptación de esta teoría supondría la destrucción de la sociedad.

5
LA EXPRESIÓN DE LAS EMOCIONES EN EL HOMBRE Y EN LOS ANIMALES

LA EXPRESIÓN DE LAS EMOCIONES

En 1872 Charles Darwin publicó *La expresión de las emociones en el hombre y en los animales*, considerado su aporte más destacado a la disciplina psicológica. Situaba además al mundo emocional humano en la misma línea evolutiva que el resto de los animales, en concordancia con su propia teoría. Al mismo tiempo, este libro fue uno de los primeros trabajos científicos en utilizar ilustraciones fotográficas. En la introducción de su libro Darwin mencionaba a los principales autores en los que se había basado directamente o que le habían inspirado para elaborar su obra, un tema recientemente estudiado por nosotros con la colaboración de Consuelo Naranjo y Alejandra Golcman.

En primer lugar citaba las *Conférences sur l'expression des différents caractères des passions* del pintor Charles Le Brun (1619-1690), publicadas en 1667, como un tratado clásico con algunas buenas observaciones, que luego vio la luz en la edición de Lavater publicada por Moreau en 1820, de donde Darwin le cita. En otro discurso de Le Brun publicado 1702, un *Método para aprender a dibujar las pasiones*, indicaba algo que luego Darwin tendría en mente cuando elaboraba su trabajo sobre las expresiones. La pasión debía traducirse en movimientos corporales y en las diferentes expresiones faciales, originados desde el cerebro y transmitidos a los músculos por el sistema nervioso, que indicaban los estados de ánimo, como la tristeza, la cólera, el asombro, el susto, la alegría, el dolor, el sufrimiento, la desesperación, la audacia, la admiración, la risa,

el llanto, el desprecio, la esperanza, el deseo, los celos, etc., algo que sin duda interesaba a los pensadores y por supuesto a los pintores, que debían reflejar en sus obras estas expresiones corporales.

Asimismo Darwin cita entre sus antecesores a Petrus Camper y su *Discours sur le moyen de représenter d'une manière sûre les diverses passions…*, pronunciados en la Real Academia de Artes y Ciencias de los Países Bajos entre 1774 y 1782 y publicados en 1792, en los que no encontraba avances significativos, a pesar de los dibujos que contenían, útiles para constatar los diversos estados de expresión según las emociones y establecer algunas comparaciones anatómicas entre el hombre y los animales, algo que desarrollará más tarde Charles Bell en su trabajo *The Anatomy and Philosophy of Expression*, publicado en 1806 y luego reeditado en 1844.

Darwin incluye también en la nómina de precursores a Jacques-Louis Moreau de la Sarthe y su edición de *L'art de connaître les hommes par la Physionomie* de Gaspard Lavater en 1807, a la que había incorporado sus propios ensayos sobre los movimientos de los músculos faciales, aunque no le reconoce un gran avance y en cierta medida lo compara con la primitiva obra de Le Brun. Aun así, el texto de Moreau contiene información interesante y algunos textos curiosos como el que aparece en uno de los suplementos de la obra dedicado a la fisionomía de los locos, basada en la obra de Pinel, al análisis de un grabado sobre el Hospital de Bedlam y a la fisionomía del conocido "niño salvaje" de Aveyron, educado por el doctor Jean Marc Itard.

En la misma estela fisionómica hay que destacar la obra de Jean-Étienne D. Esquirol publicada en 1838 bajo el título de *Des maladies mentales, considérées sous les rapports médical, hygiénique et médico-légal*, ilustrada con un Atlas con 27 grabados, realizados por Ambroise Tardieu, en los que aparecían las fisionomías de diferentes "alienados", desde epilépticos, demonomaníacos, dementes, idiotas, cretinos, etc.; un trabajo similar al desarrollado poco después por Alexander Morison en *The Physiognomy of Mental Diseases*, publicado en Londres en 1843.

Mucha más importancia concedió Darwin al estudio sobre el rubor del doctor Thomas Burgess, titulado *The Physiology or Mechanism of Blushing* (1839), ya que el naturalista consideraba el rubor como la más característica y humana de todas las expresiones. Según Burgess y con él Darwin, no somos capaces de producir sonrojo voluntariamente por ningún medio físico, en tanto que se produce involuntariamente por la relajación del recubrimiento muscular de las arterias menores, a partir de las que los capilares se llenan de sangre. Las coincidencias de Darwin y Burgess son numerosas y las comentaremos más adelante.

El texto de Darwin sobre la expresión de las emociones tuvo como antecedente directo el libro del neurólogo francés Guillaume Duchenne de Boulogne (1806-1875), *Mécanisme de la physionomie humaine, ou analyse électro-physiologique de l'expression des passions applicable à la pratique des arts plastiques* (1862), en el que analizaba los movimientos de los músculos faciales mediante electricidad y los ilustraba con fotografías, un hecho que inspiró a Darwin para el uso de este arte en el estudio de la expresión facial de las emociones, especialmente en los niños y los dementes, algo que ya practicaba Jean-Martin Charcot en París. Fruto del estudio de este médico sobre la histeria y la epilepsia, con métodos fotográficos inspirados en Duchenne de Boulogne y ejecutados por Albert Londe, en el hospital parisino de la Salpêtrière, fue el libro *Iconographie photographique de la Salpêtrière* (1876-1880), realizado por Bourneville y Regnard, y la *Nouvelle iconograhie de la Salpêtrière,* editada por Richer, Gilles de la Tourette y Londe, bajo la dirección de Charcot, entre 1888 y 1890. Es evidente, por los comentarios de Darwin, que consideraba a Duchenne un empirista con poco vuelo teórico, pero también creía que sus aportaciones experimentales eran inapelables.

Otro de los anatomistas considerados por Darwin como predecesor en la búsqueda de los mecanismos de expresión fue Pierre Gratiolet, quien dio unas conferencias en la Sorbona que fueron publicadas en 1865 como *De la physionomie et des mouvements d'expression*,

criticada por Darwin por no considerar los hábitos heredados y los individuales, aunque valorada por sus valiosas observaciones.

Sin duda aparece más valorado Herbert Spencer, quien ya en 1855 había publicado sus *Principles of Psychology*, en los que relacionaba sentimientos como el miedo o las pasiones destructivas con expresiones físicas como las palpitaciones, los temblores, el crujir de dientes, la dilatación de los ojos o de las aletas de la nariz. Además, señalaba Darwin como otra obra interesante e importante de Spencer su ensayo sobre la fisiología de la risa, publicado en 1860, en la que había enunciado "la ley general por la cual cuando un sentimiento sobrepasa un determinado umbral se transforma normalmente en acción corporal", y que, aplicada, explicaba algunos fenómenos como la risa.

Frente a las creencias fijistas de autores como los indicados, con la excepción de Spencer, la nueva interpretación evolucionista propuesta por Darwin podía aclarar mejor el asunto de la expresión en el hombre y los animales que las teorías creacionistas. Darwin lo explicaba en su introducción:

> Difícilmente podrían entenderse algunas expresiones del género humano, como cuando se nos eriza el pelo bajo los efectos de un terror extremo o mostramos los dientes en una situación de rabia furiosa, si no es considerando que el hombre ha existido en unas condiciones inferiores, similares a las de los animales. La coincidencia de ciertas expresiones en especies distintas, aunque próximas, como los movimientos de los mismos músculos en la risa del hombre y de diversos monos, se hace algo más inteligible si creemos que descienden de un progenitor común. Quienes admiten que, en general, la estructura y comportamientos de todos los animales han evolucionado gradualmente, contemplarán el asunto global de la expresión bajo una luz nueva e interesante.

Es muy relevante la reflexión de Darwin sobre los sujetos a utilizar experimentalmente para la observación de las expresiones. En

primer lugar, siguiendo los consejos de Bell, se inclinaba por los niños, ya que en ellos muchas emociones se presentaban con "una fuerza extraordinaria", algo que se moderaba con la edad. En segundo lugar ponía a los enfermos mentales, "pues son objeto de las pasiones más fuertes y las expresan de manera incontrolada", según Darwin. En tercer lugar aparecía el uso de la fotografía asociado a experimentos de estimulación eléctrica como los realizados por Duchenne; en cuarto, el examen de las obras de arte, lo que parece que no daba muy buen resultado, ya que en opinión de Darwin prevalecía la belleza frente a la realidad expresiva. Por último, Darwin consideró muy importante dilucidar si en las diferentes razas humanas, especialmente en aquellas alejadas del contacto con los europeos, predominaban las mismas expresiones y gestos ante estímulos similares, para poder generalizar las conclusiones y comprobar si esas expresiones eran innatas o instintivas, independientemente de las expresiones adquiridas culturalmente. Para resolver este último asunto Darwin envió desde 1867 cuestionarios con preguntas impresas a diferentes partes del planeta, como veremos más adelante.

Podemos por tanto decir que Charles Darwin realizó un estudio de ciertos rasgos físicos, ante la aparición de algunas emociones en cuadros de patologías mentales, al igual que lo hizo con ciertos animales, niños, y hombres y mujeres que habitan diversas regiones del mundo. De este modo el autor combinó la delimitación racial, con las etapas etarias, diversas especies animales y rasgos mentales en humanos.

LA RESEÑA DE ALFRED R. WALLACE Y LOS TRES PRINCIPIOS DE DARWIN

En 1873, poco después de la publicación de Darwin, su colega y codescubridor de la teoría de la selección natural Alfred R. Wallace publicaba una interesante reseña en la revista *Quarterly Journal of Science* sobre la *Expresión de las emociones.* Comenzaba Wal-

lace con un elogio a Darwin por su anhelo insaciable de descubrir las causas de los fenómenos variados y complejos.

> El presente trabajo exhibe estas características de la mente del autor en un grado eminente, ya que aquí encontramos sistematizado y explicado por medio de hechos fisiológicos y psicológicos reconocidos toda la inmensa variedad de movimientos complejos y diminutas contracciones musculares, por cuya observación inconscientemente interpretamos, con más o menos certidumbre, las pasiones y emociones casi infinitamente variadas de hombres y animales. Cómo pocos de nosotros hemos pensado alguna vez en pedir una razón por la cual los niños cerraron los ojos con fuerza mientras gritaban; ¿por qué nos encogemos de hombros o nos erguimos, nos ruborizamos o palidecemos bajo diferentes emociones; por qué un perro se agacha y un gato arquea su espalda cuando es cariñoso; o incluso han imaginado que podrían darse razones satisfactorias para estas cosas? Sin embargo, no podemos evitar estar interesados en una investigación tan nueva, y que arroje tanta luz sobre acciones y movimientos que constituyen una especie de lenguaje universal, pero que hasta ahora nos han parecido arbitrarios e inexplicables.

Muy acertadamente Wallace comentaba los tres principios sobre los que Darwin sustentaba sus nuevas hipótesis para explicar la expresión de las emociones en el hombre y los animales. El primero de estos principios era el de los hábitos asociados prácticos, que venía a decir que cuando cualquier acción ha sido útil o necesaria bajo un cierto estado de ánimo, la asociación seguirá siendo realizada siempre que se repita el mismo estado de ánimo, aunque no sirva para nada. Como ejemplo citaba Wallace el caso de que los perros dieran vueltas varias veces antes de acostarse en el piso, e incluso en una alfombra, y a veces dando algunos arañazos, práctica que sin duda era útil cuando el animal salvaje dormía entre los pastos y que continuaba ahora como un hábito cuando ya no había tal uso. El segun-

do era el principio de la antítesis, es decir, que ciertas acciones o actitudes eran el acompañamiento natural de una emoción o estado mental determinado; el estado de ánimo opuesto se expresará mediante acciones o actitudes que eran exactamente las opuestas de los primeros. Un buen ejemplo de esto podían verse en el perro y el gato. El primero se agacha y sostiene su cola al lamer las manos de su amo o saltar sobre sus rodillas; pero el gato, mientras se frota contra la pierna de su amo, se levanta erguido con la parte posterior algo arqueada y la cola para arriba en extremo. Estas actitudes se explican por ser en cada caso el opuesto de los asumidos cuando los animales se preparan para luchar. El perro se alza erguido, sostiene su cola y se levantan los pelos de su espalda y hombros; el gato se agacha con las patas hacia fuera y la cola extendida sobre el suelo, y acaricia suavemente de un lado a otro. Cuando ocurren las emociones opuestas de la dulzura, la sumisión y el afecto, las actitudes asumidas están lo más alejadas posible de las asociadas con la ira y la agresividad.

El tercer principio consistía en que algunas acciones que expresan ciertos estados mentales son los resultados directos de la constitución del sistema nervioso, siendo casi totalmente independientes de la voluntad y del hábito. Temblar bajo la influencia del miedo, la ira o la alegría era un ejemplo de esto. Es inútil y totalmente involuntario; no puede, por lo tanto, haberse adquirido por los medios ya señalados. Se puede decir que esto era meramente una confesión de la ignorancia, y así es en algunos casos; pero en otros, según Wallace, Darwin trazaba las causas en la acción conocida de ciertos nervios o músculos y daba una explicación válida. Tal era el caso del firme cierre de los ojos gritando en los bebés. Esto es totalmente involuntario y no ocurre más tarde en la vida, pero se ha encontrado todo el mecanismo por el cual se produce, y se ve que es una disposición para evitar lesiones en los delicados vasos de los ojos por el aumento del flujo de sangre a la cabeza durante los gritos violentos.

Esta presentación temprana de los tres principios de Darwin con un comentario positivo se repitió varias veces a lo largo de la

historia al reflexionar desde la psicología sobre las tesis darwinianas de la expresión de las emociones, desde James Rowland Angell en 1909 hasta los trabajos de Ursula Hess y Pascal Thibault en 2009, o la importante revisión del seguidor más influyente de Darwin en la psicología contemporánea, Paul Ekman.

LOS MEDIOS DE EXPRESIÓN EN LOS ANIMALES

Darwin dedicó dos capítulos en su libro para explicar los medios de expresión en los animales y vincularlos con lo que sucedía en los humanos. En primer lugar comenta la emisión de sonidos, ya que los órganos vocales son sumamente importantes como medio de expresión tanto en los seres humanos como en muchos animales, incluso en algunos que solo los emiten en situaciones de peligro agudo, como las liebres, los conejos o los caballos. Se asocian especialmente los sonidos con los animales sociales, como los primates, pero no siempre es así y Darwin también indica su uso en la comunicación entre sexos en la época de celo, como sucede en la berrea de los ciervos, la estridulación en ciertos insectos o el canto de algunas aves, o la llamada de la madre a sus hijos, algo que ocurre en las vacas y los terneros o en otros animales como las ovejas. Asimismo hay animales que usan el sonido para infundir miedo o terror como el rugido del león, el zumbido de las abejas o el gruñido de un perro, aunque Darwin prudentemente señalaba que en los animales la distinción de los sonidos que emiten según sus diferentes sensaciones o emociones era un tema oscuro, con la complicación añadida de que algunos animales una vez domesticados habían adquirido una forma de proferir sonidos que no les eran naturales, como el ladrido de los perros, algo muy raro en el género *Canis*, pero que se había desarrollado en el proceso de domesticación.

Otra observación interesante de Darwin fue el erizamiento de los apéndices dérmicos (pelo, plumas, etc.) y el retraimiento o elevación de las orejas en algunos animales, casi siempre como expre-

sión de una emoción de miedo, rabia o terror, si bien siempre quedaba la duda sobre el origen y el objetivo de estas expresiones corporales. Por ejemplo, en los chimpancés y orangutanes observados en el Parque Zoológico de Londres se pudo comprobar que su pelo se erizaba ante situaciones de miedo, enfado o furia, algo también visto en gorilas y en cercopitecos americanos. En su estudio muestra cómo este erizamiento se da en carnívoros como el león o la hiena, y en domésticos como el gato y el perro en situaciones similares a los primates. Este comportamiento no solo es distintivo de estos grupos, puesto que el naturalista inglés también observó algo similar en alces, cabras, osos hormigueros, agutíes y murciélagos, además de las aves, en las que es muy frecuente erizar las plumas o hincharlas cuando están atemorizadas o enfadadas, o en grupos como los anfibios y reptiles, que frecuentemente aumentan su volumen corporal al no disponer de espinas y pelos ni músculos para el erizamiento.

Aunque en un primer momento Darwin da una explicación lamarckiana del fenómeno, al pensar que las contracciones involuntarias de unos pequeños músculos responsables del erizamiento de los apéndices dérmicos en los animales se habían convertido en un hábito heredable, termina comentando que tampoco habría que pasar por alto la posible función desempeñada por la variación y la selección natural, ya que, por ejemplo, los machos que consiguieron adoptar un aspecto más terrible frente a sus rivales o sus enemigos habrían dejado más descendencia con esas características, algo que se relaciona mejor con sus tesis evolutivas.

En el capítulo dedicado a las expresiones especiales en algunos animales, en el que comenta entre otras cosas los movimientos expresivos de los perros, gatos, caballos y rumiantes, lo más interesante es lo que Darwin investiga en el comportamiento de los monos. Tras exponer su observación sobre las diversas maneras de expresar sus emociones las diferentes especies de monos, se pregunta si realmente hay una diferencia específica en el caso humano, ya que se observa una uniformidad absoluta en su comportamiento

expresivo. Así, mientras que en los chimpancés o en los orangutanes, más próximos al hombre en la escala evolutiva, se produce una especie de risa o sonrisa en situaciones placenteras, en otros como los *Cebus* o la mona de Gibraltar se produce un sonido peculiar, echando además los ángulos de la boca hacia atrás de manera similar a los humanos. Sin embargo en otros monos como los macacos o el *Cynopithecus niger*, el cual aparece dibujado en el libro, la expresión es diferente y nunca la identificaríamos como nuestra risa.

En otras manifestaciones de la expresión, como por ejemplo las sensaciones dolorosas, aparecen también en los monos de diferentes formas, aunque Darwin atribuye tristeza en la mayoría de los casos e incluso la capacidad de llorar en numerosas especies. En las expresiones de cólera los primates actúan abriendo la boca y enseñando los dientes, como otros monos, pero proyectando los labios hacia afuera, en una actitud similar a la de los niños pero mucho más marcada. Sin embargo, en los gorilas la expresión de cólera aparece de distinta forma: eriza la cresta de pelo, desciende el labio inferior, dilata las aletas de la nariz y profiere aullidos, algo más parecido a lo que sucede en otros monos ante situaciones de miedo o terror.

Las investigaciones contemporáneas han confirmado la mayor parte de las hipótesis de Darwin sobre la expresión de las emociones en los animales, especialmente en los primates, aunque con nuevos avances en neurofisiología y genética. Como indica Suzanne Chevalier-Skolnikoff, en un excelente trabajo de revisión, ha sido sorprendentemente confirmada su teoría de que las expresiones faciales humanas han evolucionado a partir de las de los antepasados de primates no humanos del hombre.

LAS EMOCIONES EN LOS LOCOS

Según Phillip Prodger, Darwin pretendía encontrar emociones "en crudo" en los locos, al igual que en los niños; así sostenía que una de las características de los locos era su inhabilidad de seguir nor-

mas sociales, y esto respondía a una regresión a estados primitivos. De este modo, sus expresiones respondían a su incapacidad de controlar sus emociones. Darwin se apoyó principalmente en el trabajo de tres psiquiatras para comentar ciertos rasgos físicos en sujetos con enfermedad mental: Patrick Nicol, medico escocés de importante trayectoria, que realizó trabajo clínico y publicó artículos científicos; trabajó, entre otras instituciones, en el West Riding Lunatic Asylum de Wakefield, Yorkshire. Destacamos un intercambio epistolar entre Nicol y Darwin de 1870, que fue utilizado por el último en su libro. Los casos sobre los que comentó Nicol fueron principalmente de melancolía, ceguera y delirios.

Aparece también la mención de Darwin de Henry Maudsley, autor de la importante obra *The Physiology and Pathology of Mind* (1868), entre los profesionales vinculados a las patologías mentales. Este médico psicólogo fue una figura destacada en Londres, y trabajó en diversas instituciones como el University College Hospital, el Wakefield Asylum y el St. Mary's Hospital. También trabajó en el *Journal of Mental Science*, escribió artículos científicos y sostuvo una importante práctica privada. Según J. Pearn, Darwin estaba muy interesado en la discusión de Maudsley sobre el funcionamiento del sistema nervioso al producir acciones reflejas que, para Darwin, ayudaron a situar a los humanos en un continuo con otros seres vivos, incluidas las plantas. También se habría sentido atraído por la defensa de la observación y la inducción de Maudsley como base del conocimiento. Además Darwin se había fijado en algunos pasajes de la obra de Maudsley especialmente sensibles en lo que se refiere a la emoción:

> Los latidos del corazón, los movimientos de la respiración, las expresiones del semblante, la palidez del miedo o el enfado de la ira […], todo esto demuestra con certeza que la vida orgánica participa esencialmente en la manifestación de la emoción. Antes de que los caminos definidos de la asociación de ideas y de los grupos de ideas se hayan organizado por medio de la cultura y la

> experiencia, cada emoción tiende a reaccionar directamente hacia el exterior [...] En niños y salvajes, las emociones simples [...] se aprecian en su manifestación externa; solo cuando se ha formado un personalidad fuerte existe el poder de retener la energía emocional dentro de la esfera de la vida intelectual.

En mayo de 1869 —y evidentemente como respuesta a una carta de Darwin— Maudsley le comentó que expuso sus interrogantes al doctor James Crichton-Browne, y le reenvía la transcripción de las respuestas de este último. Maudsley le transmite a Darwin que Crichton-Browne respondería con gusto todos sus interrogantes a partir de ese momento. Esta carta permite entender el papel que tuvo el psicólogo como intermediario entre Darwin y Crichton-Browne.

James Crichton-Browne (1840-1938) fue un psiquiatra de avanzada que buscaba mejorar la salud de los internados en la institución. Trabajó en West Riding Lunatic Asylum en Yorkshire desde 1866, y usó la fotografía como una herramienta en el tratamiento de sus pacientes. Además, tomó otras medidas fuera de lo convencional dentro de la institución, como situar plantas en los pasillos de la institución, hacer presentaciones musicales, y dejar que los pacientes tomaran cerveza. Este médico también generó un espacio de ateneo con casos clínicos que luego fueron escritos y publicados en el *West Riding Asylum Medical Reports* entre 1871 y 1876.

Los intercambios epistolares con Charles Darwin se sucedieron desde mayo de 1869 hasta diciembre de 1875. Estas cartas iban acompañadas de retratos de pacientes en el asilo, con cuadros como melancolía o alguna anormalidad física. Además, adjuntó alrededor de 37 fotos, muchas de las cuales iban acompañadas por descripciones de sus síntomas. Entre las diversas emociones que Darwin describió destacamos como ejemplos el llanto, el miedo y la risa. Así, el autor sostuvo que los *insanos* mostraban sus emociones sin restricciones. Explicaba, por ejemplo, que, según Crichton-Browne, una característica de la melancolía era llorar por simples

motivos o por ninguno. También lloraban desproporcionadamente por algún dolor, comentaba. La cantidad de lágrimas y el largo tiempo por el que lloraban fueron datos que llamaron su atención. Describía escenas en las que a los pacientes en los asilos —que generalmente se encontraban sentados balanceándose de atrás hacia delante cuando se les hablaba—, estos se detenían y comenzaban a llorar y lamentarse. Otros pacientes con manía aguda, por ejemplo, comentaba Darwin, tenían raptos de llanto violento en medio de sus desvaríos incoherentes.

En el libro se realiza una descripción detallada sobre los movimientos musculares (principalmente del rostro) que sucedía ante cada emoción. Uno de los rasgos físicos que expresaban Crichton-Browne y Nicol como característico de la melancolía, por ejemplo, era la depresión en las esquinas de la boca. Se consideraba esta como una característica en pacientes con tendencias suicidas. El naturalista destacaba cómo era posible detectar dichas marcas en las fotografías de pacientes. Según Phillip Prodger, la fotografía era una herramienta muy utilizada en la época. Para muchos contemporáneos de Crichton-Browne era un modo terapéutico y también de catalogar trastornos del comportamiento.

Una segunda emoción que mencionamos es el miedo, presente particularmente en pacientes femeninas. Una característica que destacó Darwin fue que el cabello se erizaba ante el terror extremo, pero también por otros casos, como en maníacos crónicos que deliraban incoherentemente y tenían impulsos destructivos. Crichton-Browne sostenía que el cabello erizado responde a que la mente de estas mujeres siempre estaba *un poco perturbada*, y que este rasgo físico sucedía ante los recurrentes paroxismos. Si esta característica se mantenía, por lo general se trataba de casos mortales; si volvía a la normalidad, podía tratarse de casos más leves. El autor se apoyó en una fotografía para explicar también este fenómeno.

Otra de las emociones a destacar es la risa. Los "imbéciles" y los "idiotas", sostenía Darwin, mostraban que la risa y las sonrisas eran expresiones primeramente de pura alegría. Crichton-Browne le ex-

plicaba a Darwin que en "idiotas" la risa era la emoción más frecuente y prevalente. Describía que algunos no se reían, porque eran malhumorados, coléricos, inquietos, con estado de ánimo de dolor, tercos. Otros reían sin sentido. Muchos hacían risas, muecas, y una sonrisa estereotipada de idiota. Crichton-Browne consideraba que estas expresiones no se asociaban con ideas, sino con sensaciones de placer.

En el texto se describen algunos detalles físicos curiosos, como que la risa y las sonrisas hacían que subieran los cachetes y el labio superior, la nariz pareciera más corta y se arrugara la piel, se expusieran los dientes y los ojos brillaran. También se narraban ciertas causas que producían dichas emociones. Por ejemplo, en el caso de los "imbéciles", la risa respondía principalmente a su vanidad y al placer que les producía la aprobación de su conducta.

Como vemos, la relación entre Darwin y los psiquiatras fue fluida. Sin duda la experimentación médica y el uso de la fotografía fue esencial para los fines propuestos por el naturalista inglés en la búsqueda de los mecanismos fisiológicos de la expresión, aunque como ha destacado Janet Browne hay que resaltar que Darwin normalizó en cierta manera a los dementes al no tratarlos como anormales sino simplemente como seres humanos en los que las emociones resultaban más intensas, sin reconocer que hubiera una fisionomía especial en los "locos", una cara de la locura.

Darwin había comentado en su correspondencia la deuda contraída con los psiquiatras en su trabajo, especialmente con Crichton-Browne: "Cuando pienso en todos los problemas que te he causado, mi única excusa es que espero poder dar al público algunos restos de tu conocimiento."

Crichton-Browne, por su parte, comentaba en su diario en 1882:

> Charles Darwin ha fallecido, y con él he perdido un amigo, un hombre ilustre. Recordando mi encantadora relación con él, saco de un paquete de cartas una que muestra, como todas lo hacen, el cuidado escrupuloso con que se llevaron a cabo sus investigacio-

nes, sus maravillosas sugerencias y su generoso reconocimiento de cualquier ayuda que se le haya brindado.

DARWIN Y LA FOTOGRAFÍA EN LA EXPRESIÓN DE LAS EMOCIONES

Como hemos visto, la fotografía fue utilizada muy pronto en su aplicación al estudio de la medicina y las ciencias naturales, con especial atención al caso de las enfermedades mentales. Darwin fue también un pionero en este uso de las técnicas fotográficas aplicadas a las ciencias, y en el caso de su estudio sobre la expresión de las emociones es muy patente el interés que puso en la adquisición de las fotografías procedentes de las experiencias electrofisiológicas de Duchenne y posteriormente de las de Crichton-Browne. Pearn indica cómo ya en la primera carta de Crichton-Browne a Darwin le incluía dos fotografías de pacientes mentales, que luego se extendieron hasta cuarenta a lo largo de su relación epistolar; aunque también es cierto que en la edición final del libro su uso fue muy limitado, ya que solo sirvió de base a un grabado. Hay que recordar que Crichton-Browne usó la técnica fotográfica de manera abundante en su carrera como psiquiatra; estableció incluso en su hospital un "West Riding Asylum Photographic Studio" y publicó algunas fotografías en sus trabajos en los *West Riding Asylum Medical Reports*.

Realmente Crichton-Browne seguía los pasos dados por el doctor Hugh Welch Diamond, una de las figuras más importantes de la fotografía británica en sus inicios. Diamond hizo sus primeras fotografías en abril de 1839, poco después del anuncio de la invención de la fotografía. En la década de 1840 se hizo amigo de uno de sus pacientes, Frederick Scott Archer, y posteriormente se convirtió en uno de los primeros en utilizar el proceso de colodión de Archer. Diamond publicó artículos sobre fotografía en varias revistas y, en 1853, se convirtió en uno de los miembros fundadores de la Pho-

tographic Society. Fue además un pionero por el uso de la fotografía en enfermos mentales. En la década de 1840, Diamond había estudiado psiquiatría en el Hospital Bethlem de Londres y en 1848 fue nombrado Superintendente del Departamento Femenino en el Hospital Psiquiátrico del Condado de Surrey, puesto en el que se mantuvo hasta 1858, fecha en la que creó un hospital psiquiátrico privado en Twickenham, en el que trabajó hasta su muerte en 1886. En Surrey combinó su experiencia fotográfica con su formación médica y comenzó a fotografiar a sus pacientes. En 1856, Diamond presentó un documento a la Royal Society of Medicine, titulado "Sobre la aplicación de la fotografía a los fenómenos fisonómicos y fisiognómicos de la locura" y sus retratos se reprodujeron en revistas médicas. Quizá fue la deriva fisionómica lo que menos aceptaron los psiquiatras más tarde, aunque valoraron sus aportaciones en fotografía médica. Diamond afirmaba en su obra ya mencionada que la fisonomía era igualmente necesaria cuando se rastreaban las características de diferentes enfermedades mentales en sus inicios, continuidad y curación, algo sobre lo que teorizó John Conolly en su trabajo "On the physiognomy of insanity", publicado en *The Medical Times and Gazette* en 1858-1859. Benedict A. Morel, quien en opinión de Janet Browne era un converso al punto de vista de Conolly, al menos en lo que se refiere a la fisiología, descubrió también la utilidad de ilustrar su trabajo sobre la degeneración y la idiotez congénita con litografías tomadas de fotografías de pacientes en la Salpêtrière. Así lo hizo en su obra *Traité des dégénérescences physiques, intellectuelles et morales de l'espèce humaine et des causes qui produisent ces variétés maladives: atlas de XII planches*, publicado en París en 1857.

Entre los profesionales que usaron las fotografías de Diamond hay que citar a John Thompson Dickson, un alienista muy conocido por sus estudios sobre la epilepsia y la clínica psiquiátrica en el Guy's Hospital, que ilustró su obra *The Science and Practice of Medicine in Relation to Mind* (Londres, 1874). La figura principal en la aplicación de sus principios fue John Charles Bucknill (1817-

1897), quien fue uno de los mayores partidarios profesionales de Diamond y Conolly. Bucknill apoyó el uso de la fisonomía en el diagnóstico de enfermedades mentales y fue además el primer editor del *Asylum Journal of Mental Science*, fundado en 1853 como el órgano de publicación de la Association of Medical Officers of Asylums and Hospitals for the Insane. En 1858, fue coautor, junto a Daniel H. Tuke, de *A Manual of Psychological Medicine*, un libro de texto psiquiátrico muy influyente del siglo XIX, en cuyo frontispicio figuraban siete copias litográficas de fotografías tomadas en el Devon County Lunatic Asylum para ilustrar los tipos de locura.

Sin duda Darwin conoció estos antecedentes del uso de la fotografía y consultó, como hemos visto, las colecciones fotográficas de Crichton-Browne, aunque parece que le convencieron más las derivadas de los experimentos electrofisiológicos de Duchenne. Utilizó en su obra sobre la expresión de las emociones, con su generoso permiso, ocho ilustraciones, seis de las cuales tenían el mismo "modelo", en tanto que solo usó una fotografía de Crichton-Browne como base de un grabado de una demente para mostrar el estado de su pelo. El modelo elegido era, según Duchenne, "un hombre viejo, desdentado, con una cara delgada, cuyas facciones, sin ser absolutamente feas, se acercaban a la trivialidad ordinaria y cuya expresión facial estaba en perfecto acuerdo con su carácter inofensivo y su corta inteligencia". Pero lo importante de este sujeto, lo que le hacía perfecto para la experimentación, era que sufría de una afección anestésica de la cara, que permitía estimular grupos individuales de sus músculos faciales sin causar una respuesta involuntaria en otros. Era, en opinión de Duchenne, como si hubiera estado "trabajando con un cadáver todavía irritable". Darwin hizo además algunas modificaciones en ciertas ilustraciones de Duchenne antes de su publicación en *La expresión de las emociones*, especialmente en aquellas que sirvieron de base a algunos grabados publicados en la obra, en la que se omitieron por el grabador James Davis Cooper los instrumentos galvánicos utilizados en la estimulación, algo que en realidad falseaba la expresión natural.

En uno de sus comentarios Darwin expresaba su admiración por el trabajo de Duchenne y su relativa fiabilidad para el propósito que se proponía en su nueva obra:

> El Dr. Duchenne ha galvanizado determinados músculos de la cara de un hombre mayor con una piel poco sensible, lo cual produjo diversas expresiones que fueron fotografiadas a gran tamaño. Tuve la feliz ocurrencia de mostrar varias de las mejores placas a más de 20 personas cultas de varias edades y de ambos sexos, sin facilitarles explicación alguna, preguntándoles en cada caso cuál era la emoción o el sentimiento que agitaba al anciano, y registré sus respuestas con las mismas palabras que utilizaron. Algunas de las expresiones fueron reconocidas inmediatamente por casi todos, aunque no las describieron exactamente en los mismos términos, y creo que pueden ser consideradas fiables, tal como especificaré más adelante. En cambio, sobre algunas otras se manifestaron las opiniones más dispares. Este ejercicio resultó también útil en otro sentido, al convencerme de la facilidad con que podemos ser confundidos por nuestra imaginación. Cuando miré por primera vez las fotografías del Dr. Duchenne, mientras leía al mismo tiempo el texto de las mismas, y supe qué era lo que pretendía, quedé impresionado y admirado por la exactitud de todo el conjunto, con solo unas pocas excepciones.

OSCAR REJLANDER, EL FOTÓGRAFO DE DARWIN

Parece que un año antes de enviar su texto a la imprenta, y tras numerosos intentos fallidos de encontrar fotografías adecuadas para ilustrar su nuevo libro sobre las emociones, Darwin conoció a un fotógrafo sueco que cumplió sus expectativas: Oscar Rejlander, quien en opinión de Prodger cambió en cierta medida el proyecto.

Rejlander era diferente a los demás fotógrafos. Era capaz de buscar e imaginar situaciones distintas para el objeto a fotografiar.

Darwin consideró que su fotografía *Ginx's Baby*, llamada así en honor del título de una novela de John Edward Jenkins publicada en 1870, sería una de las principales fotografías de su ensayo, por la sensibilidad pictórica de su autor para captar la expresión de un niño llorando. Además el fotógrafo era capaz de manipular sus resultados y combinar el retrato de expresiones naturales y artificiales para las necesidades de Darwin, a quien, por cierto, también retrató.

Hay que recordar la importancia concedida por Darwin al estudio de los bebés y los niños por considerar que su expresividad era mucho mayor que en los adultos, algo que se refleja muy bien en su libro sobre la expresión de las emociones y en un artículo posterior, publicado en 1877, "A biographical sketch of an infant" en la revista *Mind*. En él narraba su experiencia personal con sus hijos, en los que había observado diferentes reacciones de comportamiento y expresión ante estímulos diversos, analizando situaciones de enfado, miedo, sensaciones placenteras, afecto, asociación de ideas, sentido moral, inconsciencia, timidez y comunicación, siempre con la vista puesta en demostrar que hay expresiones innatas con una explicación evolutiva.

Se le acusa a veces a Rejlander de artificial, pero realmente su fotografía teatral daba resultados excelentes en la manifestación de las expresiones faciales, como puede verse en una fotografía usada por Darwin: una jovencita sonriendo levemente mientras se sujeta el mentón, aunque en realidad se había tomado diez años antes por Rejlander.

El contacto entre Darwin y Rejlander parece haberse establecido en 1871, fecha en la que el naturalista inglés escribía a Crichton-Browne comentándole su descubrimiento de este fotógrafo como especialista en la expresión, especialmente en niños. Este mismo año el fotógrafo enviaba a Darwin unas notas sobre expresión tituladas "Odd Odds and Ends by O.G.R.", que revelan, tal como nos recuerda Prodger en las páginas dedicadas al fotógrafo sueco, la profundidad de la participación de Rejlander en los aspectos teóricos del proyecto *Expression* y confirma su considerable agudeza

visual. Esas notas contienen breves observaciones sobre las características de la expresión. Algunas se relacionan directamente con los comportamientos que Darwin mencionó en su libro, como los movimientos faciales y de las manos que se usan para expresar estados emocionales particulares. Otros son de naturaleza sociolingüística y otras observaciones son más anecdóticas, detallando incidentes que Rejlander consideró interesantes desde un punto de vista evolutivo para Darwin, quien probablemente solicitó esta información como parte de su esfuerzo para recopilar datos sobre la expresión.

Rejlander le presentó a Darwin alrededor de 64 fotografías de expresión, lo que constituyó nada menos que un tercio del material fotográfico manejado por Darwin para su libro, en el que se usaron abundantemente. Entre ellas alguna de su mujer Mary actuando con una expresión despectiva o de él mismo en diferentes posturas y expresiones de dolor, placer, disgusto, etc. Para Darwin había nacido una estrella en el firmamento de la representación de las emociones y realmente Rejlander fue enseguida reconocido como uno de los fotógrafos artistas de más relieve en su época, aunque desaparecido poco después en 1875, algo que también confería un valor añadido al libro de Charles Darwin.

LAS EMOCIONES Y SU EXPRESIÓN EN LAS CULTURAS NO EUROPEAS

Como señala el propio Darwin en la introducción de *La expresión de las emociones*, uno de sus mayores intereses fue demostrar la universalidad de la expresión humana en todas las "razas" y culturas:

> En la medida en que los mismos rasgos y movimientos del cuerpo expresan emociones idénticas en las diversas y distintas razas humanas, podremos deducir con gran probabilidad que tales expresiones son verdaderas, es decir, innatas o instintivas. Las expresio-

nes y gestos convencionales, adquiridos por el individuo en las primeras etapas de la vida, habrán diferido probablemente en las diferentes razas del mismo modo que lo han hecho las lenguas.

Para determinar bien esta hipótesis, Darwin realizó una serie de encuestas a misioneros, viajeros, funcionarios de la Corona, etc., en diversas partes del mundo, de manera similar a la realizada mucho antes por la British Association for the Advancement of Science con la participación del propio Darwin.

Preparó en 1867 un Cuestionario sobre expresión (*Queries about Expression*) que tuvo varias versiones, bastante similares por otra parte, con 17 preguntas que fueron enviadas a diferentes lugares en América, Asia y Oceanía. Coincide también en gran medida con el cuestionario reproducido por Darwin en la introducción de su libro, aunque en este caso con 16 preguntas.

El Cuestionario sobre expresión (de emociones) planteaba las siguientes preguntas:

1. ¿El asombro se expresa con los ojos y la boca abiertos de par en par y con las cejas levantadas? (En un añadido a mano de Darwin, escribía: "Las manos al mismo tiempo se abren y se elevan, con los dedos separados y las palmas dirigidas hacia la persona que causa el asombro.").

2. ¿La vergüenza provoca rubor cuando el color de la piel permite que sea visible? y, especialmente, ¿hasta dónde llega el sonrojo en el cuerpo?

3. Cuando un hombre está indignado o desafiante, ¿frunce el ceño, mantiene su cuerpo y su cabeza erguidos, cuadra sus hombros y aprieta los puños?

4. Cuando piensa profundamente en algún asunto o trata de entender un rompecabezas, ¿frunce el ceño o arruga la piel bajo los párpados?

5. Cuando está deprimido, ¿tiene las esquinas de la boca caídos y el extremo interior de las cejas levantado, por ese músculo que los franceses llaman el "músculo de la pena"? En ese estado, las

cejas se hacen ligeramente oblicuas, con una pequeña hinchazón en el extremo interior, y la frente está arrugada transversalmente en la parte media, pero no en toda su anchura, como sucede cuando las cejas se elevan por la sorpresa.

6. Cuando está de buen humor, ¿le brillan los ojos, con la piel un poco arrugada alrededor y debajo de ellos y con la boca un poco retraída?

7. Cuando un hombre muestra desprecio o burla o gruñe a otro, ¿tiene levantada la parte del labio superior que coincide con el canino o colmillo, por el lado que se enfrenta al hombre al que se dirige?

8. ¿Puede reconocerse una expresión tenaz u obstinada, al mostrase la boca firmemente cerrada, las cejas bajas y un ligero ceño fruncido?

9. ¿El desprecio se muestra por una leve protrusión de los labios, levantando la nariz y una leve espiración?

10. ¿Se manifiesta el asco mostrando el labio inferior girado hacia fuera, el labio superior ligeramente elevado, con una espiración repentina, algo así como un vómito incipiente, o como si se escupiese algo?

11. ¿Se expresa el miedo extremo del mismo modo general que en los europeos?

12. ¿Alcanza la risa tal extremo que puede provocar lágrimas?

13. Cuando un hombre desea demostrar que no puede evitar que algo se haga, o no puede hacer algo por sí mismo, ¿se encoge de hombros, gira los codos hacia dentro y extiende las manos hacia fuera abriendo las palmas con las cejas levantadas?

14. Cuando los niños están enfurruñados, ¿hacen pucheros o proyectan los labios hacia fuera?

15. ¿Se pueden reconocer expresiones de culpabilidad, de envidia o de celos, aunque no sé cómo pueden definirse en este momento?

16. Como una señal para guardar silencio, ¿se pronuncia un suave siseo? (Esta pregunta desaparece en el libro).

17. ¿Se hace oscilar la cabeza verticalmente para afirmar y lateralmente para negar?

Añadía Darwin:

> Las observaciones hechas sobre nativos que hayan tenido poco contacto con los europeos serán, por supuesto, las más valiosas, aunque todas las realizadas sobre nativos serán de gran interés para mí. Las observaciones generales sobre la expresión son comparativamente de poco valor y la memoria es tan engañosa que ruego encarecidamente que no se fíen de ella. Serían de gran valor las descripciones detalladas del semblante bajo una determinada emoción o estado de ánimo, con información de las circunstancias bajo las cuales ha ocurrido.

Darwin aseguraba que había obtenido 36 respuestas a los cuestionarios, algunas de "razas" muy singulares y primitivas. Desde Australia había recibido 13 grupos de respuestas, otra de Nueva Zelanda sobre los maoríes, otra de Borneo, también del archipiélago malayo, de China, de la India, de África, de Tierra del Fuego, de América noroccidental, etc., y también había utilizado algunas descripciones recogidas en libros de viajes. Concluía que de la información recopilada se deducía que el mismo estado de ánimo se expresaba con mucha uniformidad en todo el mundo, lo que probaba la estrecha similitud entre todas las razas humanas en cuanto a estructura corporal y disposición mental. Se podría hablar de universalidad en la expresión de las emociones, con algún matiz debido al impacto cultural, que por otra parte eran aparentemente heredables y se habían convertido en innatas, en opinión de Darwin, a lo largo del proceso evolutivo por un mecanismo lamarckiano.

Como comenta Paul Ekman, en el siglo XX hubo una fuerte respuesta a Darwin, tanto por su idea de universalidad como por la afirmación de que la expresión emocional era innata. Parecía más aceptable la idea de Klineberg de suponer que la expresión de las emociones era producto del aprendizaje o la de LaBarre y Birdwhistell, que insistían en las diferencias culturales de la expresión emocional, fruto del relativismo cultural en antropología. Ekman

afirma que su teoría neurocultural de la expresión facial ha buscado reconciliar los puntos de vista de Klineberg, LaBarre y Birdwhistell con los de Darwin al reconocer que los motivos que provocan una emoción generalmente varían de una cultura a otra. Pero matiza que aunque lo que provoca una emoción determinada puede diferir según las culturas, la expresión facial de la emoción será la misma, aunque es evidente que puede haber dificultades para el observador por la posible mezcla de expresiones en la imagen del "modelo".

Aun así, Ekman insiste en su teoría de que a cada expresión de la emoción básica o primaria responde un movimiento muscular asociado, para lo que llegó a examinar 3 000 fotografías buscando la asociación muscular con seis emociones básicas (felicidad, tristeza, enfado, miedo, sorpresa y asco). Más tarde, con observadores de diferentes culturas letradas llegó a la conclusión de la universalidad de al menos estas seis expresiones emocionales, con una intensidad similar frente al estímulo. Es cierto que faltaban observadores africanos o australianos y eran relativamente pocos los asiáticos, algo que en nuestra opinión puede dar un resultado parcial, aunque los resultados dados por Izard, que sí utiliza observadores japoneses y africanos letrados, parece apoyar sus tesis a pesar de presentar algunos problemas lingüísticos. Además, posteriores experimentos del propio Ekman con Friesen, con observadores de culturas no letradas de Borneo y Nueva Guinea y los de Karl y Eleanor Heider en Nueva Guinea confirmaron la tesis de la universalidad de las expresiones faciales básicas en el ser humano, sin que ello signifique que no haya otro tipo de expresión de las emociones determinados por elementos culturales propios.

LAS PRINCIPALES CONTRIBUCIONES DE DARWIN PARA ENTENDER LA EXPRESIÓN DE LAS EMOCIONES

En opinión de Paul Ekman el libro de Darwin dedicado a la expresión de las emociones puede considerarse como uno de los pilares de la ciencia de la psicología. Entre sus mayores contribuciones

destaca la de haber tratado las emociones como entidades discretas separadas, algo que tanto las neurociencias como los estudios de percepción y las evidencias antropológicas en diferentes culturas han certificado como una aseveración correcta. Asimismo fue un acierto de Darwin situar el foco principal en la expresión facial, donde es más fácil estudiar las emociones, especialmente por la utilización de grabados y fotografías que permiten una mejor observación, como ya hemos visto en la utilización de las de Duchenne de Boulogne y Oscar Rejlander.

Ekman señala como la tercera gran contribución de Darwin la generalización de que la expresión facial de las emociones es universal, en tanto que puede haber gestos que responden a convenciones culturales específicas. Además Darwin explica cómo a ciertas emociones particulares responden algunas señales con movimientos particulares. Así lo indica al describir sus tres principios fundamentales, aunque es verdad que a veces parece utilizar un principio lamarckiano en la explicación de la transmisión de la expresión emocional y hay pequeños errores al describir los cambios en la apariencia de algunas características o arrugas sin considerar qué acciones musculares produjeron esos cambios, como comprobaron mucho más tarde el propio Ekman y Wally Friesen. Tampoco proporcionó Darwin un método para medir el movimiento facial y no consideró cómo definir los límites de cada familia de emociones, tareas que acometieron más tarde Ekman y sus colaboradores.

Es una importante contribución darwiniana el haber comprobado que las emociones no son algo únicamente humano sino que se encuentran también en muchas otras especies animales, lo que da más solidez al edificio teórico evolucionista, lo que contradice las tesis de Charles Bell que consideraba una creación divina para el hombre la expresión de las emociones. Además es evidente, como apunta Xavier Bellés en la introducción de la traducción española más reciente, que la obra de Darwin fue precursora de estudios de etólogos de la categoría de Niko Tinbergen o Konrad Lorenz. Asimismo la utilización de niños, adolescentes, animales domésti-

cos y del zoo, alienados y personas de otras culturas, le dio una nueva perspectiva a Darwin en el análisis de la expresión de las emociones, al poder comprobar mejor la intensidad emocional, la generalización en la escala animal y la universalidad de las emociones primarias; algo que años más tarde estudiaron en primates en libertad científicas de la categoría de Dian Fossey y Jane Goodall.

El libro de Darwin *The Expression of Emotions in Man and Animals* (La expresión de las emociones en el hombre y los animales), que iba a formar parte del *Origen del hombre,* apareció en 1872 y fue su última publicación en este sentido, antes de que dedicase sus últimos años a desentrañar algunos fenómenos biológicos del reino vegetal, al estudio singular de las lombrices de tierra y a escribir una breve autobiografía.

6
LA OBRA BOTÁNICA DE DARWIN

Como han relatado Desmond, Moore y Browne en su pequeño libro sobre Darwin, la dedicación de este a los estudios botánicos fue creciendo tras la publicación del *Origen de las especies*, aunque siempre había considerado que era tan importante la observación en el mundo vegetal como en el animal, además de las investigaciones en el campo geológico, para explicar su teoría evolutiva. Era además un habitual colaborador en la revista *Gardener's Chronicle* y participaba activamente en la Sociedad Linneana de Londres, siendo un gran aficionado a la experimentación sobre la anatomía y la fisiología de las plantas en el jardín de su casa en Down, "en el borde extremo del mundo" como a él le gustaba decir, en la que escapaba del bullicio científico de Londres. Browne nos recuerda cómo le gustaba pasear a Darwin por los campos y bosques camino de Cudham hasta llegar al lugar llamado *Orchis Bank*, una auténtica reserva de orquídeas.

Como indican Juan Luis Arsuaga y Armando García en sus respectivas biografías de Darwin, todos estos trabajos relacionados con el mundo vegetal tras la publicación de su principal obra fueron abordados por el sabio naturalista desde la perspectiva de la evolución, teniendo en cuenta la selección natural y la adaptación, dando una muestra práctica de cómo hacer la nueva historia natural, pronto reconocida como biología. Como veremos más adelante, a Darwin le interesaba más la búsqueda de leyes generales en el mundo de la botánica, como ya había sucedido con su admirado Humboldt, y las explicaciones evolutivas para entender las diversas formas de las plantas, su variación, su reproducción y su fisiología general.

Algunos historiadores de la ciencia afirman que el trabajo botánico de Darwin, incluso sin su contribución a la selección natural, lo habría convertido en un importante científico victoriano. De hecho, cuando fue elegido para el Instituto Nacional francés, lo fue en la Sección Botánica en reconocimiento a sus descubrimientos con plantas, no por su teoría de la selección natural. Aunque a menudo él mismo declaraba no ser botánico y se mostraba muy humilde ante sus amigos botánicos profesionales, sus investigaciones en el mundo vegetal fueron algunas de las más importantes y le condujeron a notables descubrimientos, como revelar la ventaja adaptativa de una especie que produce diferentes formas de flores, predecir el polinizador de una rara orquídea y concluir que las plantas usan lo que ahora llamamos hormonas para transmitir información a través de sus cuerpos.

LAS ORQUÍDEAS, UN BUEN EJEMPLO DE LA ADAPTACIÓN Y LA COEVOLUCIÓN

Una de sus primeras preocupaciones botánicas fue el estudio de las orquídeas, un grupo de plantas que ya le había llamado la atención en su viaje en el *Beagle*, que se reforzó con sus observaciones de las orquídeas inglesas, relativamente frecuentes en los alrededores de la casa de Down. A pesar de sus agudas observaciones en el libro sobre la fecundación de las orquídeas, Darwin se mostraba inseguro ante su amigo Hooker, quizá el botánico que más le ayudó en esta obra desde su puesto en los jardines de Kew, en mayo de 1862, al anunciarle el próximo envío de su trabajo, ya que un editor alemán le había propuesto una traducción de la obra y se había negado a entregársela hasta que alguien experto la leyera y pudiera corregir sus posibles errores. Aunque como nos ha recordado Martí Domínguez en una traducción española de esta obra, las peticiones de Darwin fueron a veces publicadas en revistas, como la enviada al *Gardeners' Chronicle and Agricultural Gazette* el 14 de septiembre de 1861:

> Llevo trabajando durante varios años sobre las diversas estratagemas con las que las orquídeas inglesas son fertilizadas por los insectos. Estoy muy necesitado de examinar algunas formas exóticas. Algunos caballeros me han enviado amablemente especímenes; pero no he podido ver ninguno de la gran división de las Arethuseae establecida por Lindley, que incluye Limodorideae, Vanillideae, etc. Si alguien tuviera la gentileza de enviarme algunas flores de cualquier miembro de este grupo, empaquetadas en una pequeña caja, por correo, y dirigida a la dirección que se indica, me haría un gran favor. Charles Darwin, *Down, Bromley, Kent*.

El primer libro que escribió Darwin después del *Origen de las especies*, en 1862, *On the Various Contrivances by which British and Foreign Orchids are Fertilised by Insects*, fue sobre los diversos aspectos por los cuales las orquídeas británicas y de otros países eran fertilizadas por insectos, en el que detalló los resultados de sus estudios sobre cómo los insectos interactúan con las flores de las orquídeas para recoger y entregar el polen. Las orquídeas presentan una gran diversidad de formas florales dentro de un solo grupo taxonómico en el que podría aprender cómo un grupo de organismos muestra diversas adaptaciones que logran el mismo propósito, la fertilización. El objetivo de Darwin era explicar que los mecanismos por los que resultaban fecundadas las orquídeas eran tan variados como las adaptaciones que aparecían entre los animales, además de demostrar que la fecundación de estas plantas se producía por el polen transportado por insectos desde otras plantas a estas. En definitiva, podía concluir que los organismos vegetales hermafroditas no podían autofecundarse de manera indefinida y necesitaban también el cruzamiento con otros individuos, algo similar a lo que ya había observado en sus numerosos trabajos sobre los percebes, que hacían grandes esfuerzos para evitar la autofecundación. Como antecedente más valioso Darwin citaba la obra de Christian Konrad Sprengel, un libro "maravilloso", que había publicado en 1793: *El secreto de la naturaleza al descubierto*. En él ana-

lizaba el funcionamiento de las diferentes partes de las orquídeas del género *Orchis*, además de haber descubierto que los insectos eran necesarios para extraer el polen, aunque la presencia de algunos errores había condenado su obra a las sombras de la historia natural.

Además, las orquídeas eran un buen modelo de historia natural porque en la mayoría de ellas el polen no se libera como un polvo compuesto de granos individuales para ser transferidos por múltiples insectos. Los granos de polen se liberan como agregados llamados *polinias*. Un tallo delgado conecta a una base pegajosa —el polinario, que contiene miles de granos de polen—, que se adhiere por completo a un polinizador. Una sola flor de orquídea produce varios miles de semillas y, por lo tanto, necesita recibir varios miles de granos de polen. Para que se produzca la polinización cruzada, los insectos necesitan acceso a las polinias, y las polinias recolectadas deben colocarse en el insecto adecuadamente para poder transferirlas al estigma de una flor en otra planta. Darwin describió las variaciones de este proceso de polinización en una amplia variedad de especies de orquídeas. Estas descripciones ilustran cómo dos organismos diferentes utilizan estructuras distintas con funciones específicas para cooperar entre sí.

Darwin comenzó su investigación con orquídeas británicas nativas, con la ayuda de su hijo George Howard, quien como matemático le ayudó con los cálculos. Con el paso del tiempo, también observó las flores de orquídeas exóticas que le fueron enviadas por una variedad de individuos desde sus invernaderos o desde el Real Jardín Botánico de Kew.

Entre las orquídeas examinadas por los ojos del naturalista se encontraba el género *Catasetum*, caracterizado por algunas propiedades sorprendentes y en opinión de Darwin la más asombrosa de todas las orquídeas. En primer lugar, analizando varias especies mesoamericanas de este género, Darwin descubrió que la planta designada comúnmente como *Catasetum* era funcionalmente masculina; en tanto que la flor femenina se había catalogado errónea-

mente como una especie diferente y además existía una tercera clase con los dos sexos funcionalmente activos, probablemente más cercana al tipo original hermafrodita. La conclusión fue que Darwin reunió los tres tipos de esta planta en una sola especie. Además este género le sirvió a Darwin para ver la relación directa de un insecto con la orquídea en la polinización y ver cómo actúa la naturaleza:

> Ha dotado a estas plantas de lo que deberíamos denominar sensibilidad, en espera de un término mejor, y de la extraordinaria capacidad de lanzar con fuerza sus polinias incluso a una distancia considerable. De ahí que cuando un insecto toca ciertos puntos de la flor, las polinias son disparadas hacia delante como una flecha, pero no afilada, sino con una punta roma y sobradamente adhesiva. El insecto, confuso por un golpe tan contundente, o después de haber comido hasta saciarse, vuela pronto o tarde hasta una planta hembra y, mientras permanece en la misma posición de antes, introduce el extremo de la flecha que sostiene el polen en la cavidad estigmática y deposita una masa de polen sobre la superficie estigmática. Así, y solo así, pueden fecundarse las cinco especies de *Catasetum* que he examinado.

Un caso particular que ilustra la capacidad predictiva del trabajo botánico de Darwin sobre las orquídeas y su evolución conjunta con el mundo de los insectos, estudiado por Suzanne Harley, es el conocido de *Angraecum sesquipedale*, la orquídea estrella de Madagascar, luego conocida como orquídea de Darwin. El estudio de esta orquídea por Darwin le llevó a una predicción que se cumplió años después. El néctar de esta orquídea se encuentra en la base de un espolón impresionantemente largo. Basándose en su teoría de la selección natural, Darwin predijo que debía existir una mariposa nocturna con una probóscide de 10 a 11 pulgadas de largo, porque solo una criatura de este tipo podría alcanzar el néctar y posicionarse mientras lo hace para recolectar o entregar las polinias. En 1867, George Campbell, duque de Argyll, escribió *El*

reino de la ley. En este libro usó las descripciones de Darwin del ajuste de las orquídeas y sus polinizadores para servir como prueba de la existencia de Dios y no de la selección natural. Argyll también se burló de la predicción de Darwin sobre el polinizador de *A. sesquipedale*. Inmediatamente Alfred R. Wallace escribió una refutación de las tesis de Argyll, defendiendo tanto la predicción de Darwin como la teoría de la selección natural en la que se basaba. Además tenía conocimiento de la existencia de varios esfíngidos tropicales con una espiritrompa muy larga, como por ejemplo la llamada esfinge de Morgan, presente en el continente africano y con una probóscide que alcanzaba los 20 cm de longitud. El descubrimiento de la mariposa nocturna *Xanthopan morgani praedicta* (nombrada en honor a la predicción de Darwin), con una espiritrompa de 26 cm de longitud, en 1903 en Madagascar por Lionel W. Rothschild y Karl Jordan, fue el final triunfante de las conjeturas de Charles Darwin.

Este trabajo era también una prueba importante para la teoría evolutiva de Darwin, ya que como él comentaba con Asa Gray se podía ver la relación evolutiva de estas formas vegetales con los insectos, "los señores del mundo floral". También comunicaba a Hooker que había descubierto con las orquídeas que casi todas las partes de su flor estaban coadaptadas para la fertilización por los insectos y sus complicadas estructuras eran un resultado directo de la selección natural: "He encontrado el estudio de las orquídeas muy útil para enseñarme cuán coadaptadas están todas las partes de la flor a la fertilización de los insectos, hasta los más insignificantes detalles de su estructura."

Además, como ha indicado Janet Browne en la grandiosa biografía de Darwin, las orquídeas eran consideradas como una de las obras sublimes de Dios, el mejor ingeniero en opinión del teólogo y naturalista William Paley, y para Darwin la demostración de que la estructura y la fisiología de las orquídeas eran una consecuencia directa de sucesivas adaptaciones conducidas por la selección natural podía ser una ocasión única para enfrentarse con argumentos

científicos a los creacionistas. En las conclusiones generales de su libro sobre las orquídeas encontramos las ideas-fuerza de esta obra de Darwin, la adaptación y la selección natural:

> Estoy a punto de concluir este libro, quizá demasiado largo. Creo que ha quedado demostrado que las Orchidaceae exhiben una diversidad casi infinita de bellas adaptaciones. Cuando se dice de esta o aquella parte que está adaptada a un objetivo específico, no debe suponerse que fue formada originalmente para este único fin. El curso regular de los acontecimientos parece consistir en que una parte que originalmente servía a un propósito llegue a adaptarse mediante cambios lentos a propósitos considerablemente diferentes.

Sobre el mecanismo evolutivo mediante selección natural, el caso de las orquídeas era ejemplar:

> En mi análisis de las orquídeas, apenas nada me ha sorprendido tanto como la infinita diversidad de estructuras —la prodigalidad de recursos— para conseguir el mismo fin, a saber, la fecundación de una flor con polen de otra planta. Este hecho es en buena parte comprensible por el principio de la selección natural.

Tras la publicación del libro sobre las orquídeas, el 15 de mayo de 1862, llegaron las críticas negativas desde el *Athenaeum*, muy beligerante desde la publicación del *Origen* de Darwin; en tanto que otras revistas como *Parthenon*, *London Review* y la más cercana al sabio naturalista, *Gardener's Chronicle*, publicaban reseñas muy elogiosas de este trabajo botánico de Darwin. La crítica positiva de la última revista procedía de Joseph Dalton Hooker, el gran botánico amigo de Darwin que dirigía los jardines de Kew, que esta vez lo hacía de forma anónima aunque imitando el estilo del director de la revista, el doctor Lindley, para evitar suspicacias; algo que Darwin detectó rápidamente y escribió agradecido a su "pícaro" amigo para

mostrar la importancia de su opinión para el desarrollo de su trabajo en este campo. Una opinión positiva que compartió con otros dos científicos muy importantes en la vida del sabio naturalista, Asa Gray, su amigo en la Universidad de Harvard, y Charles Lyell.

El interés de Darwin por el mundo de las orquídeas, esas "criaturas maravillosas", no cesó con la publicación de su libro. Poco después escribía a Hooker para que le enviase ejemplares de orquídeas para su estudio y cultivo en un invernadero que había mandado construir en febrero de 1863 y que le sirvió de refugio en los momentos de angustia y enfermedad. En septiembre de 1869 publicaba un nuevo trabajo sobre la fertilización de las orquídeas en la revista *Annals and Magazine of Natural History*. Sus estudios provocaron un aluvión de publicaciones sobre este grupo de plantas, de manera que en la segunda edición de su libro sobre las orquídeas en 1877 Darwin citaba unos cuarenta trabajos, que pocos años después se cifraban en unos 800, y rehacía gran parte del texto inicial con los nuevos datos, algunos de gran importancia procedentes de su colega y amigo Fritz Müller, el científico alemán residente en Brasil autor de *Für Darwin*, que siempre intentó la demostración de la teoría darwiniana con trabajos experimentales y de zoología de campo.

LAS PLANTAS EN LOS ESTUDIOS DE VARIACIÓN

Charles Darwin publicó en Londres en 1868 otra importante obra con el título *The Variation of Animals and Plants under Domestication*, como siempre con su editor John Murray. El objetivo de este trabajo, en palabras de Darwin, no era describir todas las razas de animales que habían sido domesticados por el hombre y las plantas que había cultivado, que además sería una empresa gigantesca y superflua. Su intención era dar a conocer en cada especie solo los hechos que había podido recopilar u observar, mostrando la cantidad y la naturaleza de los cambios que habían sufrido los

animales y las plantas mientras estaban bajo el dominio del hombre, para comprobar los principios de la variación. Solo en el caso de la paloma doméstica describió Darwin todas las razas principales, su historia, la cantidad y la naturaleza de sus diferencias y los pasos probables por los cuales se habían formado.

Darwin partía de un presupuesto claro para su estudio de la variabilidad en las plantas y animales bajo domesticación:

> Desde un periodo remoto, en todas partes del mundo, el hombre ha sometido a muchos animales y plantas a la domesticación o la cultura. El hombre no tiene poder para alterar las condiciones absolutas de la vida; no puede cambiar el clima de ningún país; no añade ningún elemento nuevo al suelo; pero puede trasladar un animal o una planta de un clima o suelo a otro, y darle alimentos de los que no tenían en su estado natural. Es un error hablar del hombre "manipulando la naturaleza" y causando variabilidad. Si los seres orgánicos no hubieran poseído una tendencia inherente a variar, el hombre no podría haber hecho nada. Sin querer, expone a sus animales y plantas a diversas condiciones de vida, y la variabilidad sobreviene, lo que ni siquiera puede prevenir o controlar.

Para Darwin, el hombre seleccionaba diferentes individuos, sembraba sus semillas, y nuevamente seleccionaba sus diferentes descendientes. Pero la variación inicial sobre la cual trabaja el hombre, y sin la cual no puede hacer nada, estaba causada por leves cambios en las condiciones de la vida, que a menudo debían ocurrir en la naturaleza. Se podía inferir, por tanto, que el hombre ha estado experimentando en una escala gigantesca; y es un experimento que la naturaleza durante un largo lapso ha intentado sin cesar, por lo que los principios de la domesticación eran importantes para nosotros. El resultado principal es que los seres orgánicos tratados de este modo han variado en gran medida, y las variaciones se han heredado.

En esta obra se propuso, por tanto, tratar el tema de la variación de los seres vivos bajo domesticación, esperando encontrar las causas de la variabilidad, sobre las leyes que la gobiernan, como la acción directa del clima y los alimentos, los efectos del uso y el desuso y la correlación del crecimiento. Espera también Darwin aprender algo sobre las leyes de la herencia, sobre los efectos de cruzar diferentes razas, y sobre la esterilidad que a menudo sobrevenía cuando los seres orgánicos eran apartados de sus condiciones naturales de vida. Asimismo esperaba demostrar la importancia del principio de selección a lo largo de la exposición de los hechos en su nueva obra científica, aunque se vio obligado a volver a aclarar lo que entendía él por *selección natural*:

> El término "selección natural" es en algunos aspectos malo, ya que parece implicar una elección consciente; pero esto será ignorado después de un poco de familiaridad. Nadie se opone a los químicos que hablan de 'afinidad electiva'; y, ciertamente, un ácido no tiene más opciones de combinación con una base que las condiciones de vida para determinar si una nueva forma debe ser seleccionada o conservada. El término es, hasta el momento, bueno, ya que relaciona la producción de razas domésticas por el poder de selección del hombre y la preservación natural de variedades y especies en un estado de naturaleza. Por razones de brevedad, a veces me refiero a la selección natural como un poder inteligente; de la misma manera que los astrónomos hablan de la atracción de la gravedad como un factor que rige los movimientos de los planetas, o como los agricultores hablan del hombre que hace razas domésticas por su poder de selección. En un caso, como en el otro, la selección no hace nada sin variabilidad, y esto depende de alguna manera de la acción de las circunstancias que rodean al organismo.

Respecto a la intencionalidad o no en el hombre para modificar las especies vegetales y animales, Darwin expuso su punto de vista de manera clara y concisa:

> Aunque el hombre no causa variabilidad y ni siquiera puede evitarlo, puede seleccionar, preservar y acumular las variaciones que le ha dado la mano de la naturaleza de cualquier manera que elija; y así, sin duda, puede producir un gran resultado. La selección puede ser seguida metódica e intencionalmente, o inconscientemente y sin intención. El hombre puede seleccionar y preservar cada variación sucesiva, con la clara intención de mejorar y alterar una raza, de acuerdo con una idea preconcebida; y al agregar así variaciones, a menudo tan leves como para ser imperceptibles por un ojo sin educación, ha efectuado cambios y mejoras maravillosos. También se puede mostrar claramente que el hombre, sin ninguna intención o pensamiento de mejorar la raza, preservando en cada generación sucesiva los individuos que más aprecia, y destruyendo a los individuos sin valor, lenta, aunque seguramente, induce grandes cambios. Cuando la voluntad del hombre entra en juego, podemos entender cómo las razas domesticadas muestran una adaptación a sus deseos y placeres. Podemos entender aún más cómo las razas domésticas de animales y las razas cultivadas de plantas a menudo exhiben un carácter anormal, en comparación con las especies naturales; porque han sido modificados no para su propio beneficio, sino para el del hombre.

Pero ¿qué pasaba en el estado natural? El problema de la conversión de variedades en especies, es decir, el aumento de las ligeras diferencias características de las variedades en las mayores diferencias características de especies y géneros, incluidas las admirables adaptaciones de cada ser a sus complejas condiciones orgánicas e inorgánicas de vida, fue uno de los mayores problemas que Darwin se seguía planteando:

> ¿Cómo se puede preguntar si las especies han surgido en un estado de naturaleza? Las diferencias entre las variedades naturales son leves; mientras que las diferencias son considerables entre las especies del mismo género, y grandes entre las especies de géneros dis-

> tintos. ¿Cómo estas diferencias menores se aumentan en la diferencia mayor? ¿Cómo las variedades, o como las he llamado, especies incipientes, se convierten en especies verdaderas y bien definidas? ¿Cómo se ha adaptado cada nueva especie a las condiciones físicas circundantes, y a las otras formas de vida de las que depende?

El principio de la selección natural podía verse como una mera hipótesis, pero en cierto grado era bastante probable por lo que se sabía de la variabilidad de los seres orgánicos en un estado de naturaleza, así como por lo que se conocía de la lucha por la existencia, y la consiguiente conservación casi inevitable de las variaciones favorables, y de la formación analógica de razas domésticas, tema central de la nueva obra.

Sobre la formación de variedades en el estado natural siempre recordaba Darwin su experiencia en el grandioso laboratorio de las islas Galápagos:

> El archipiélago, con sus innumerables cráteres y desnudos arroyos de lava, parece ser de origen reciente; y así me imaginé acercarme al acto mismo de la creación. A menudo me preguntaba cómo se habían producido estos animales y plantas tan peculiares: la respuesta más simple parecía ser que los habitantes de las varias islas habían descendido unos de otros, sufriendo modificaciones en el curso de su descenso; y que todos los habitantes del archipiélago habían descendido de los de la tierra más cercana, a saber, América, de donde naturalmente se habrían derivado los colonos. Pero durante mucho tiempo me quedó un problema inexplicable de cómo podría haberse efectuado el grado necesario de modificación, y así habría permanecido para siempre, si no hubiera estudiado las producciones nacionales, y adquirido así una idea justa del poder de la Selección.

Una vez establecidos los principios generales de su teoría, ya descritos en el *Origen*, Darwin fue buscando ejemplos concretos

para su nueva obra también en el mundo vegetal, volviendo a fijarse en sus queridas orquídeas y en otras plantas como los cereales, las plantas culinarias, las ornamentales, etc., así como en sus flores, frutos, hojas, tallos, y sus variaciones según se hubiera realizado su cruzamiento, hibridación, los cambios de lugar, el clima, los suelos, etc., unas reflexiones botánicas que sintetizaban sus experiencias durante muchos años y algunos de sus trabajos publicados en los años anteriores con críticas muy positivas de reconocidos especialistas como Gray o Hooker, siempre pendientes de Darwin. El libro en general tuvo buena acogida y se vendió bien como siempre, aunque el punto débil seguía siendo la falta de una teoría científica sólida sobre la herencia, ya que la pangénesis se mantenía como una hipótesis ingeniosa, solo seguida fervientemente por su colega y codescubridor de la selección natural, Alfred R. Wallace.

LAS PLANTAS TREPADORAS Y LAS INSECTÍVORAS

Los movimientos de las plantas, estos que parecían acercar el mundo vegetal al animal, siempre fascinó a Darwin, quien en sus estudios botánicos dedicó un apartado especial para investigar cómo era posible que las plantas tuvieran esa aparente sensibilidad, fueran capaces de moverse y de buscar apoyos para crecer y trepar por otras formas vegetales.

En el caso de las llamadas plantas trepadoras parece que fue la lectura en 1862 de un artículo de su amigo Asa Grey sobre el movimiento de los zarcillos de una planta cucurbitácea (familia de plantas trepadoras con representantes conocidos como algunas calabazas, pepinos, melones o sandías) la que estimuló su curiosidad en este campo, hasta el punto de pedirle semillas para cultivarlas y estudiarlas con detenimiento. Frente a las explicaciones tradicionales de que las plantas trepadoras tenían una "tendencia natural" a crecer en espiral como por arte de magia, Darwin bus-

caba una interpretación científica que además concordase con sus ideas acerca de la adaptación y la selección natural. Un año después lo encontramos pidiendo bibliografía a Hooker, su principal valedor en el campo de la botánica, y al propio Asa Grey. A lo largo de ese año fue redactando un artículo para la Sociedad Linneana, siempre lleno de dudas sobre el poco valor de su investigación, que envió en 1864 y revisó un año más tarde. Darwin consideró que el movimiento de las plantas trepadoras era independiente de los entrenudos terminales, aunque ambos trabajaban para que el zarcillo pudiera engancharse a un palo. Recibió por entonces las alabanzas de sus incondicionales como Asa Grey y Fritz Müller, logrando que este último iniciara sus propios estudios sobre las plantas trepadoras en Brasil. En 1875 amplió su artículo original y completó un libro que cerraba otro de los misterios del mundo vegetal: *Insectivorous Plants*.

Como ha indicado Harley, la familiaridad de Darwin con la biología de los insectos fue muy útil cuando estudió las plantas carnívoras. Las hojas de estas plantas están adaptadas para absorber moléculas pequeñas, que obtienen al atraer, atrapar y digerir las presas. Las adaptaciones proporcionan muchos ejemplos de especialización estructural y funcional en un solo órgano, la hoja. La primera planta carnívora que examinó Darwin fue la *Drosera rotundifolia*, que llamó su atención en el verano de 1860, cuando paseaba por las cercanías de la casa de su cuñada, la señora Wedgwood, en Ashdown Forest. Las hojas de la *Drosera* están cubiertas con pelos altos con puntas de glándulas pegajosas. En ese día de 1860, Darwin recolectó al azar una docena de plantas y procedió a contar las hojas que habían capturado insectos, ya que consideraba que "como esta planta es extremadamente común en algunos distritos, el número de insectos que se sacrifican anualmente debe ser prodigioso". Darwin entendió rápidamente que la *Drosera* estaba excelentemente adaptada para el propósito especial de atrapar insectos, por lo que el tema parecía bien digno de investigación. En los siguientes quince años centró su atención en las plantas carnívoras

cuando necesitaba un descanso de la escritura, siempre fatigado y obsesionado por su supuesta enfermedad.

Los primeros diez capítulos de *Plantas insectívoras* presentan los experimentos con *Drosera* diseñados para determinar qué tipos de sustancias desencadenan el movimiento de los tricomas pegajosos que se envuelven alrededor de la presa y estimulan la secreción del fluido digestivo. Darwin se volvió tan obsesivo con esta investigación que llegó a confesar a su amigo Lyell que le importaba más la *Drosera* en ese momento que el origen de todas las especies del mundo, impresionado por esa sensibilidad vegetal que parecía superar las del mundo animal. Como ha explicado Armando García, Darwin intentó rastrear los "nervios" de esta planta pinchando con una lanceta los paquetes vasculares para tratar de paralizar una parte de la hoja con el fin de que el estímulo dirigido a la otra parte de la hoja no produjese movimiento alguno, según las explicaciones que daba por aquellos días a Asa Grey.

Darwin se dio cuenta de que solo las sustancias que contienen nitrógeno, como los alimentos ricos en proteínas como la carne, la clara de huevo, la leche y los guisantes (chícharos, arvejas), provocaban la respuesta carnívora completa. Darwin también examinó la naturaleza del fluido digestivo secretado por las hojas. Sus observaciones proporcionan un ejemplo del efecto del pH en la actividad de las enzimas en un sistema natural. Probó el fluido digestivo de la *Drosera* con papel de tornasol y descubrió que era ácido. Si le añadía álcali al líquido, la digestión se detenía. Si luego añadía ácido, se reanudaba la digestión. Darwin observó que el ácido solo no digiere las sustancias; también se requirió un "fermento", una enzima que descompone las proteínas en aminoácidos.

En *Plantas insectívoras*, Darwin hizo referencia varias veces a los granos de polen, fragmentos de hojas y semillas que se encuentran en las hojas pegajosas. Probó si estas sustancias fueron digeridas y absorbidas y encontró que lo eran. Concluyó que estas plantas obtienen al menos algunos de sus recursos de la materia vegetal. Darwin también estudió la *Dionaea muscipula* (Venus

atrapamoscas), en la que la hoja está bordeada por proyecciones en forma de espina dorsal, y tenía curiosidad por su utilidad. Mientras observaba que una hoja se cerraba alrededor de su presa, se percató de que estas proyecciones espinosas forman barrotes como los de una jaula. Supuso que los pequeños insectos podrían escapar antes de que la hoja se cerrara por completo y la planta destinara recursos al proceso completo de digestión y absorción. Una presa más grande y más valiosa no podría salir. Hizo una analogía con una red de pesca con una malla grande que permitiría a los peces pequeños escapar mientras se mantienen atrapados los grandes peces. Quería saber si estaba en lo cierto acerca de que las Venus atrapaban insectos en condiciones naturales. Como *Dionaea muscipula* no es originaria de Inglaterra, le pidió ayuda a un naturalista norteamericano para observar insectos atrapados por plantas que crecían en estado natural en Carolina del Norte. El naturalista le envió a Darwin algunas hojas cerradas que contenían presas para que Darwin pudiera ver y medir los insectos por sí mismo. Concluyó que su propuesta sobre la función de las proyecciones espinosas en los bordes de las hojas era correcto. Además Darwin descubrió que entre las plantas carnívoras había dos grupos desde el punto de vista de su fisiología de la digestión. Aunque ambos grupos atrapaban a sus presas y absorbían el material digerido, un grupo digiere la presa directamente, mientras que el otro se basa en la flora microbiana para hacer la digestión. Para completar su investigación también mencionó las plantas parásitas y las plantas micotróficas, que se basan en los hongos micorrícicos.

Tras numerosas experiencias hechas con sus hijos Francis y George y las colaboraciones de sus amigos botánicos Grey, Hooker y algunos otros, el libro *Plantas insectívoras* estuvo preparado en el año de 1875, en un momento de cansancio absoluto que le hizo declarar a Darwin que "estaba a punto de suicidarse".

Durante el otoño de 1876, publicó otro libro sobre los efectos de la fertilización cruzada y autofecundada en el reino vegetal, *The*

Effects of Cross and Self Fertilisation in the Vegetable Kingdom. Este libro era un complemento al de la fertilización de las orquídeas, en el que mostraba los medios para la fertilización cruzada, y ahora resaltaba la importancia de los resultados. Estuvo once años realizando numerosos experimentos registrados en este volumen, observando el hecho notable de que las plántulas de padres autofertilizados eran inferiores, incluso en la primera generación, en altura y vigor a las plántulas de padres de familia fertilizados. Darwin volvía a exclamar ante su agotamiento físico e intelectual que estaría listo para exclamar *Nunc dimittis!*… Sus resultados llegaron a explicar los infinitos y maravillosos medios para el transporte de polen de una planta a otra de la misma especie. Darwin se mostró más o menos satisfecho de su obra, aunque después de examinar las observaciones de Hermann Müller pensaba que debería haber insistido más enérgicamente en las muchas adaptaciones para la autofertilización.

No terminó aquí la obra botánica de Charles Darwin ya que un año después daba a la luz pública un nuevo libro dedicado a la forma de las flores, *The Different Forms of Flowers on Plants of the Same Species*, que en realidad era una compilación de artículos publicados con anterioridad en algunas revistas, fruto de sus propias experiencias y de la correspondencia y los intercambios con los mejores botánicos de su época, entre los que se encontraban Henslow, Hooker, Grey, Fritz y Hermann Müller, Alphonse de Candolle, William Darwin, etcétera.

Darwin había abordado en distintos momentos temas relacionados con la fecundación, las estructuras vegetales y su variabilidad, la coadaptación con los insectos, etc., y ahora quería hacer hincapié en el asunto del heterostilismo, la diferencia del tamaño, forma y función de los estilos en las plantas hermafroditas, así como de las plantas polígamas, dioicas y ginodioicas. Examinaba las diferentes formas de heterostilismo que presentaban múltiples flores, para destacar las similitudes y diferencias entre los órganos reproductores de las flores y entre otras estruc-

turas de la flor, para realizar la fecundación, ya fuera por la que Darwin llamaba unión legítima (flores fecundadas de manera cruzada) o ilegítima (flores fecundadas con su propio polen). Darwin también estudió en esta obra las flores que no se abren para admitir polinizadores y, por lo tanto, se autofecundan. Consideró algunas de las ventajas de esta estrategia, incluida la reducción de la producción de polen debido a la mayor eficiencia de la polinización, menos polen perdido por los insectos o el clima, y flores más pequeñas. Sin embargo, le preocupaban los efectos nocivos de la autofertilización continua y observó en su *Autobiografía* que le hubiera gustado haber prestado más atención a las adaptaciones para la autofertilización.

El trabajo botánico de Darwin, al menos en lo que se refiere a la publicación de grandes obras, terminó con la edición en 1880 de *The Power of Movement in Plants*, cuyo objetivo fundamental, en palabras del propio naturalista, era describir y conectar varias clases grandes de movimiento, comunes a casi todas las plantas, tras sus numerosas observaciones en las plantas trepadoras y las de otros naturalistas como Sachs o De Vries. Un año después publicaría una obra, *The Formation of Vegetable Mould, through the Action of Worms, with Observations on their Habits*, que reunía sus conocimientos biológicos y geológicos para dar a conocer una investigación aparentemente sencilla y humilde pero que reunía unos conocimientos poco comunes del mundo natural. Darwin demostraba el papel beneficioso de las lombrices de tierra al remover la tierra y mejorar su oxigenación.

Llegaba así al final de su vida como un gran hombre de ciencia, discutido pero respetado por la comunidad científica de su época, poco dado a la exhibición pública, encerrado en su casa de Down, siempre preocupado por su salud, y con la curiosidad intacta tras tantos años dedicados a la investigación. Como dice Browne, Darwin se convirtió en una especie de profeta o santo secular para sus numerosos seguidores y tuvo que sufrir al final de su vida las ventajas e inconvenientes de la popularidad y la fama.

LA MUERTE DE DARWIN

Al día siguiente de la muerte de Charles Darwin, el 19 de abril de 1882, publicaba *The Times* una larga necrología dedicada al que denominaba como uno de los más grandes compatriotas, tras una larga y noble vida dedicada a la búsqueda de la verdad y el conocimiento, cuyo nombre quedaría conectado con el futuro. Después de poco más de 20 años el evolucionismo se aceptaba como una generalización de la ciencia en casi toda Europa y Estados Unidos, quizá con una pequeña reticencia por parte de algunos franceses que querían que se destacase a Lamarck como primer evolucionista, o mejor dicho, transformista.

Respecto a sus cualidades personales *The Times* destacaba el encanto de su conversación, a pesar de su mala salud, su bondad, su generosidad hacia sus estudiantes, a los que ayudaba y alentaba en su camino, y su capacidad de observación, comparación y pensamiento desde aquellos remotos días en su viaje por América del Sur, cuando surgió la idea del origen de las especies por selección natural. La admiración del biógrafo le hizo trazar estas líneas como un tributo resumido a toda su obra:

> Si *El origen de las especies* nunca hubiera sido escrito, si no hubiese existido una "hipótesis darwinista", el trabajo real que él hubiera hecho bastaría para ganarle una reputación entre las más altas. Sus libros sobre los arrecifes de coral, el viaje del *Beagle*, la anatomía vegetal, la domesticación, las plantas trepadoras, los movimientos de las plantas y, por último, el maravilloso libro sobre las lombrices de tierra que publicó el invierno pasado forman una lista que por sí misma adornaría el nombre de cualquier otro hombre de ciencia; todo ello unido a su gran logro filosófico, lo ponen más allá de la rivalidad entre los hombres de hoy y junto a dos o tres grandes descubridores del pasado.

El mismo periódico publicaba el 28 de septiembre una noticia procedente de la revista *Nature*, en la que se daba cuenta del discurso pronunciado por el biólogo Ernst Haeckel en la Asociación Alemana de Naturalistas, en Eisenach. En ella alababa la obra evolucionista de Charles Darwin como padre fundador de la teoría evolutiva y destacaba también los cambios producidos en la ciencia en los últimos años gracias a la labor del naturalista británico, quien finalmente había sido aclamado por sus compatriotas, que "exigieron que el sepelio del difunto fuera en el Valhalla de Gran Bretaña, el templo de la fama nacional, la Abadía de Westminster, y allí, de hecho, encontró su último lugar de descanso al lado de la afín mente de Newton".

Más sorprendente puede parecernos la nota sobre Charles Darwin publicada por el anarquista ruso Piotr Kropotkin en *Le Révolté* en abril de 1882, que comenzaba diciendo que la humanidad acababa de perder un sabio. Comentaba además el autor de *El apoyo mutuo*:

> En su obra *El origen de las especies* y en toda la serie de trabajos que la siguieron, Darwin demostró y estableció científicamente que la inmensa variedad de formas animales y vegetales que podemos observar sobre nuestro globo terrestre no es la obra de un creador que se habría divertido en crear hoy un polípero, mañana un pez y pasado mañana un mono o un hombre. Darwin demostró que toda esta variedad de formas fue el resultado natural de la acción de las fuerzas físicas actuando durante miles y millones de siglos, primero sobre las células más simples, después sobre las aglomeraciones de células y más tarde sobre los vegetales y los animales —simples al principio y cada vez más complejos conforme pasaban los siglos—, diversificándose según los distintos climas y medios en los que vivían y se propagaban.

En abril del año siguiente algunos científicos hacían su pequeño homenaje en la *Humboldt Library*. El primero era su amigo Thomas

H. Huxley, quien destacaba el gran aprecio por Darwin en Francia, Alemania, Austria-Hungría, Italia y Estados Unidos, que ahora se manifestaba en Gran Bretaña con el entierro de sus restos en Westminster como un símbolo hacia el hombre de ciencia ideal y su investigación original, comparándole con Sócrates en el momento de su partida de este mundo. George J. Romanes, quizá el discípulo más directo de Darwin, seguía escribiendo sobre el carácter y la vida del que consideraba un genio. El más fértil pensador en la historia de las ciencias biológicas, el gran conversador que explicaba su inmenso conocimiento con gran sagacidad y humor, que había desarrollado una obra inmortal, tras su viaje americano, en su tranquila casa de Down, alejado del bullicio londinense.

7
EL DARWINISMO SOCIAL

> El hombre, como cualquier otro animal, ha llegado, sin duda alguna, a su condición elevada actual mediante la lucha por la existencia, consiguiente a su rápida multiplicación; y si ha de avanzar aún más, puede temerse que deberá seguir sujeto a una lucha rigurosa. De otra manera caería en la indolencia, y los mejor dotados no alcanzarían mayores triunfos en la lucha por la existencia que los más desprovistos. De aquí que nuestra proporción o incremento, aunque nos conduce a muchos y positivos males, no debe disminuirse en alto grado por ninguna clase de medios. Debía haber una amplia competencia para todos los hombres, y los más capaces no debían hallar trabas en las leyes ni en las costumbres para alcanzar mayor éxito y criar el mayor número de descendientes.

Así se expresaba Darwin en uno de los últimos párrafos de *El origen del hombre,* en el que de forma algo tímida amplió sus ideas sobre la lucha por la existencia, la selección natural y la supervivencia de los más aptos al desarrollo social de los grupos humanos, lo que favoreció una cierta interpretación de la evolución social conocida como "darwinismo social", un término que quizá sea desafortunado como afirma Álvaro Girón o muy impreciso como apunta Antonello La Vergata.

Hay que reconocer que este "darwinismo social" estuvo casi siempre muy alejado de los postulados de Darwin, tal como Derek Freeman comentó ya hace tiempo, ya que además el biólogo británico siempre concedió un papel esencial al azar en su teoría, sin contemplar una finalidad en el proceso evolutivo, algo muy dife-

rente a otros autores considerados finalistas para los que el progreso tenía una finalidad, que en el caso de la humanidad llegaba a la perfección.

El llamado darwinismo social procedía, en gran medida, de la obra de otros pensadores ingleses que intentaron justificar filosóficamente el modelo victoriano de progreso y liberalismo económico —basado prioritariamente en el libre comercio y la competencia—. Otros historiadores de la antropología como Marvin Harris no dudan en situar a Darwin entre los seguidores del "spencerismo biológico", cuya base común eran las obras de Malthus y Lyell. Quizá tenga razón John C. Greene al comentar que la lectura del *Origen del hombre* puede dar lugar a posiciones encontradas respecto al posible "darwinismo social" del propio Darwin, por ser muy ambiguo e indefinido en el texto publicado.

Mike Hawkins, autor dedicado al estudio del pensamiento socialdarwinista, nos recordaba hace unos años cómo algunos autores habían asumido rápidamente las posibles implicaciones sociales del darwinismo, poniendo de ejemplo a O. Schmidt, quien en su obra *The Doctrine of Descent and Darwinism*, publicada en 1875, comentaba: "Desde la primera aparición de la doctrina darwiniana, todo pensador moderadamente lógico debe haber considerado al hombre como modificable de manera similar y como resultado de la mutabilidad de las especies."

Aunque exagerando la aceptación del darwinismo, esta afirmación transmite con precisión la comprensión de muchos intelectuales de que esta era una teoría rica en implicaciones para el estudio de la sociedad humana. Tras un cuarto de siglo desde la aparición del *Origen*, surgió una literatura dedicada a explorar estas implicaciones en una amplia gama de contextos: desarrollo social y psicológico, clase, raza y género, religión y moralidad, guerra y paz, crimen e indigencia. Mucho antes de que la etiqueta en sí existiera, el darwinismo social se estableció como un recurso teórico rico y versátil, como aparece en la obra de pensadores de diferente orientación como Friedrich Rolle, Charles Loring Brace, Ludwig Büchner,

Walter Bagehot o Cesare Lombroso, aunque como indica Hawkins serían Clémence Royer en Francia, Ernst Haeckel en Alemania y Herbert Spencer en Inglaterra los que más influirían en el desarrollo europeo del llamado darwinismo social. El mismo autor nos recuerda que realmente el término "darwinismo social" fue empleado por primera vez por el periodista y teórico anarquista francés Émile Gautier en 1879, opuesto a las interpretaciones antisocialistas de otros autores, ya que pensaba que la ayuda mutua y la solidaridad eran los elementos básicos para el progreso de la humanidad, algo que luego se plasmó en su libro *Le darwinisme social*.

HERBERT SPENCER COMO DARWINISTA SOCIAL

Quizá la primera consideración que tenemos que hacer en este apartado es que el término *darwinismo social* resulta muchas veces confuso y más si se lo aplicamos a Herbert Spencer (1820-1903), ya que, como Marvin Harris ha demostrado, fue este filósofo inglés el que inspiró a Darwin, junto a otros autores como Malthus, para el desarrollo de su teoría biológica, especialmente con algunos conceptos como el de *lucha por la existencia*. Por otra parte Spencer desarrolla sus ideas sociológicas basándose en cierta medida en una especie de lamarckismo social. Hacia 1850 Spencer ya había publicado su importante obra *Social Statics* intentando describir las leyes universales del desarrollo y la evolución social. Además es interesante recordar que fue Spencer el creador de otros conceptos "darwinianos" como el término *evolución*, usado por primera vez en un artículo titulado "The ultimate law of physiology" en 1857, o el de *supervivencia de los más aptos*, que aparece en su libro *The Principles of Biology* en 1866.

Hawkins considera que el significado de Spencer como darwinista social reside en dos características de su pensamiento. El primero, su popularidad e influencia en todo el mundo y el segundo, el detalle con el que Spencer elaboró su filosofía y su alcance expli-

cativo comprensivo, que ponían de relieve ciertas características de su uso del darwinismo social que tienen una relevancia más general para la comprensión de la visión del mundo. De crucial importancia para la teoría de la evolución social de Spencer fue su noción de "humanos primitivos". Lo "primitivo" fue conceptualizado como el punto de partida para la evolución social, el punto de encuentro de la animalidad y la humanidad. Spencer retrataba a los hombres primitivos como inmorales, irracionales y agresivos para mostrar cómo surgía la individualidad, la libertad y la moralidad durante el proceso de evolución mediante una lógica de diferenciación, especialización e individualización. De este modo, los niños, las mujeres, las clases sociales inferiores y las culturas sociales tribales podían sustituir al hombre prehistórico, según conviniera.

El mismo autor considera que el propósito principal de esta conceptualización fue establecer una serie de identidades y diferencias dentro de las sociedades modernas y facilitar juicios sobre los diversos grupos sociales en cuestión. Así el darwinismo social aparece como una configuración de imágenes y metáforas sobre la naturaleza, el tiempo y la humanidad que dan credibilidad a sus representaciones bastante convencionales de salvajes, pobres, mujeres, niños y los órdenes sociales más bajos. Hay una serie de analogías entre los organismos biológicos y los sistemas sociales, con interacciones dentro de cada reino bajo el imperio del mismo principio, la lucha por la existencia, que induce los imperativos de adaptación, supervivencia y reproducción. Además existe una analogía entre la historia humana y la evolución orgánica, ya que ambas se crean mediante la lucha por la existencia, lo que facilita una narrativa de destrucción y la extinción de algunos grupos e individuos como el corolario inevitable de la supervivencia y el mejoramiento de los demás. El tiempo aparece como una dimensión de ganadores y perdedores, y el cambio no es solo acrecional y direccional, sino que también es progresivo en algún sentido moral. Finalmente, el desarrollo se hace posible por medio de la acción de la herencia, ya que este mecanismo permite la narración de la his-

toria como progreso al producir los rasgos físicos, psicológicos y de comportamiento, cuyas manifestaciones visibles constituyen los signos mediante los cuales los ganadores y los perdedores, aptos y no aptos, superiores e inferiores, pueden ser detectados y diferenciados. Los no aptos no tienen ningún valor biológico y nada puede alterar su legado hereditario o su destino evolutivo, en la teoría de Spencer.

Como nos han recordado Bondi y La Vergata, Spencer, ya en 1851, es decir ocho años antes de la publicación del *Origen*, había afirmado que "en toda la naturaleza se puede ver en la obra una rígida disciplina, que es un poco cruel con el fin de ser muy gentil". La naturaleza garantiza el progreso y que las especies se conserven en los individuos mejores, más sanos, vigorosos, inteligentes, etc., eliminando a los individuos "inferiores" por su debilidad, enfermedad, estupidez, etc., con lo que Spencer se mostraba como un seguidor radical del individualismo y la libre competencia universal, con un pensamiento en el que la selección natural solo ocupaba un lugar secundario y el lamarckismo estaba presente.

Además, en sus escritos sobre ética, Spencer vaciló entre describir la preocupación por los demás como el vértice de la evolución moral y las dudas sobre las terribles consecuencias de llevarla demasiado lejos, y por la necesidad de reconocer la verdad de "que el egoísmo precede al altruismo". Había competencia dentro de los organismos biológicos, y esto también era válido para los organismos sociales, y requería límites para el comportamiento altruista a fin de que el progreso evolutivo continuara en una dirección positiva. Hay evidentes contradicciones en este intento de vincular el darwinismo con el liberalismo en las tesis de Herbert Spencer, el portavoz más destacado del primitivo capitalismo industrial y defensor a ultranza de la propiedad privada y la libre empresa, opinión que también comparte Peter J. Bowler.

La influencia de la obra de Malthus había sido ciertamente poderosa entre los intelectuales británicos, que ya habían acuñado determinados principios de evolución social antes de que Darwin

diera a conocer su obra científica. Robert Young llega a afirmar que Malthus era la fuente de la visión de la naturaleza que condujo al socialdarwinismo, en tanto que Desmond y Moore no dudan en situar a Darwin en un claro maltusianismo en el que la naturaleza y la sociedad se confundían.

Herbert Spencer, que expresaba la necesidad de la lucha por la existencia entre individuos, tribus, naciones, etc., para obtener el progreso social, ya en 1852 escribía:

> … desde el principio, la presión de la población ha sido la causa próxima del progreso. Toda la humanidad se halla sujeta a su vez más o menos a la disciplina descrita. Pueden avanzar o no bajo ella, mas en la naturaleza de las cosas solo quienes avanzan bajo ella terminan sobreviviendo.

Aunque se ha querido comparar el evolucionismo darwinista con el spenceriano, queda claro que el primero estaba basado en una teoría construida con un método hipotético-deductivo, no metafísico, postulado sobre infinidad de pruebas factuales y experimentales, no era finalista, aunque sí algo lamarckiana en algunos puntos, y desarrollaba un mecanismo explicativo para la evolución, la selección natural sobre una base de variabilidad biológica, no bien explicada por no disponer de una buena teoría de la herencia (pangénesis); aunque es cierto que Darwin asumió la idea de Spencer de "supervivencia del más apto" a partir de la quinta edición del *Origen de las especies*, lo que ha podido confundir a más de un lector. Spencer era un lamarckiano convencido, que basaba su teoría evolutiva en un cambio metafísico que producía un "poder" desconocido. Hacia 1873 Spencer asumió que la evolución mental y social del ser humano se debía a la herencia de caracteres adquiridos, lo que producía una gradual modificación de la naturaleza humana y sus instituciones, naciendo un spencerismo biológico que mantendría toda su vida y que se refleja muy bien en su obra *The Factors of Organic Evolution* (Los factores de la evolución orgá-

nica), publicado en 1886, cuando ya August Weismann había dado a conocer sus primeras ideas en contra de la herencia de caracteres adquiridos.

Se ha discutido mucho sobre la aplicación de las leyes biológicas del darwinismo a la sociedad, por las desastrosas consecuencias que esto ha conllevado, pero habría que matizar que esas leyes de la naturaleza descritas por Darwin y sus seguidores reflejaron muchas veces fenómenos sociales procedentes del entorno de sus creadores, lo que en gran medida favoreció que la línea que separaba lo "natural" de lo "social" apareciera desdibujada. Quizá habría que hablar de un proceso dialéctico en la gestación de estas nuevas leyes evolutivas de la naturaleza y de la sociedad, como ya intuyeron Geddes y Thomson en su libro sobre la evolución:

> La generación que llevó a cabo la Revolución política en Francia y la que llevó a término la Revolución industrial en Inglaterra se han expresado de este modo por medio de Lamarck y de Darwin con una claridad mayor de la que cualquiera de esos pensadores pudiera haber soñado… Las interpretaciones lamarckianas de los efectos del uso y desuso, su firme insistencia en la libertad de los organismos para realizar sus íntimas capacidades no son sino el nuevo paso en el progreso social… *La carrière ouverte aux talents* es puro lamarckismo, así como también lo es la espléndida confianza en la época napoleónica de que cada soldado francés lleva un bastón de general en su mochila. Sin embargo, el punto de vista empresarial más frío, tan característico del pensamiento inglés, prevaleció sobre esas exageraciones políticas y militares, levantándose los ideales de la eficiencia mecánica y del éxito individual y financiero sobre las ruinas de las aspiraciones liberales y las conquistas imperiales. La competencia es la vida del comercio; ¿mas por qué no también el comercio de la vida? Sin embargo, con toda esta frescura y vigor de la aplicación económica, ha prevalecido en la memoria, y sigue predominando, un ingenuo olvido de los orígenes sociales de los descubrimientos de estos naturalistas.

Asimismo, Marx hizo un comentario en la misma dirección, en una carta dirigida a Engels en 1862:

> Es notable cómo Darwin vuelve a hallar en los animales y en las plantas su sociedad inglesa con su división del trabajo, la competencia, la apertura de nuevos mercados, las inversiones y la lucha por la existencia de Malthus… en Darwin el reino animal aparece como una sociedad burguesa…

Lo curioso del impacto social de la obra de Darwin es la contradicción permanente en su interpretación, sobre todo en su aplicación a las sociedades humanas. En tanto que para unos la idea de evolución fue considerada progresista, porque suponía que la sociedad se desarrollase de forma positiva a partir de unos principios igualitarios, la ideología oficial victoriana recogía las ideas de selección natural y lucha por la existencia para justificar el *laissez faire*, las desigualdades sociales y "raciales", así como las intervenciones militares imperialistas.

KROPOTKIN Y LA AYUDA MUTUA

Aunque más tarde aludiremos a lo acontecido en el mundo intelectual ruso respecto a la recepción de la teoría darwiniana, hay un caso particular que merece un comentario aparte por sus implicaciones sociales y políticas. Se trata de la obra del príncipe anarquista Piotr Kropotkin (1842-1921), autor de *Mutual Aid: A Factor of Evolution* (*El apoyo mutuo: un factor de evolución*), publicada en 1902 como libro tras aparecer en artículos en la revista británica *The Nineteenth Century*.

En la introducción Kropotkin daba ya las primeras pistas de su teoría, elaborada a partir de sus observaciones de campo en Siberia:

> Dos rasgos característicos de la vida animal en la Siberia oriental y el norte de Manchuria llamaron poderosamente mi atención

durante los viajes que, en mi juventud, realicé por esas regiones del Asia oriental.

Me llamó la atención, por una parte, la extraordinaria dureza de la lucha por la existencia que debe sostener la mayoría de las especies animales contra la naturaleza inclemente, así como la extinción de grandes cantidades de individuos, que ocurría periódicamente, en virtud de causas naturales, debido a lo cual se producía una extraordinaria pobreza de vida y despoblación en la superficie de los vastos territorios donde realizaba yo mis investigaciones.

La otra particularidad era que, aun en aquellos pocos puntos aislados en donde la vida animal aparecía en abundancia, no encontré, a pesar de haber buscado empeñosamente sus rastros, aquella lucha cruel por los medios de subsistencia entre los animales pertenecientes a una misma especie que la mayoría de los darwinistas (aunque no siempre el mismo Darwin) consideraban como el rasgo predominante y característico de la lucha por la vida, y como la principal fuerza activa del desarrollo gradual en el mundo de los animales.

Kropotkin, comentó en 1909 la notable diferencia entre los zoólogos de su Rusia natal y su adoptada Inglaterra:

Kessler, Sévertsov, Menzbir, Brandt, cuatro grandes zoólogos rusos y un quinto menor Poliákov, y finalmente yo mismo, un simple viajero, me opongo a la exageración darwinista de la lucha dentro de una especie: vemos una gran cantidad de ayuda mutua donde Darwin y Wallace ven solo la lucha.

Como ha comentado Daniel P. Todes, Kropotkin atribuyó esto, en parte, al *ethos* maltusiano en Inglaterra, destacando que los zoólogos rusos investigaron enormes regiones continentales en la zona templada, donde la lucha de las especies contra las condiciones naturales es más obvia, mientras que Wallace y Darwin estudiaron principalmente las zonas costeras de las tierras tropicales.

Kropotkin atravesó más de cincuenta mil millas en los años 1862-1867, desempeñando el mismo papel de "caballero-observador" como había hecho Darwin en el *Beagle* años atrás, leyendo el *Origen de las especies* en el viaje. Kropotkin estaba en el exilio en 1879 cuando Karl Fiódorovich Kessler, el rector de la Universidad de San Petersburgo, habló sobre la ayuda mutua en una conferencia ante la Sociedad de Naturalistas, pero en 1882 leyó las observaciones de su compatriota con entusiasmo. Seis años más tarde, T.H. Huxley publicó lo que Kropotkin denominó un "artículo atroz", titulado "The struggle for life. A programme" (La lucha por la existencia. Un programa). Huxley no adoptó un "darwinismo social" triunfalista, sino que su interpretación de la lucha por la existencia era maltusiana y pesimista. Además Kropotkin interpretaba que esta versión dura de la "lucha por la existencia" justificaba cualquier atropello del fuerte hacia el débil, de la 'raza blanca' hacia las demás que consideraba inferiores, o cualquier infamia de la llamada sociedad civilizada.

Como ha indicado Todes, su comparación de las relaciones en el mundo animal con el "espectáculo de un gladiador" no podía diferir más dramáticamente de la opinión de Kropotkin, que respondió a Huxley en su *Apoyo mutuo*, una obra muy bien valorada por el biólogo británico H.W. Bates, conocido autor de *El naturalista por el Amazonas*, y por el geógrafo anarquista francés Élisée Reclus. En las *Memorias de un revolucionario*, Kropotkin relataba:

> Cuando Huxley, queriendo luchar contra el socialismo, publicó en 1888 en *Nineteenth Century* su atroz artículo "La lucha por la existencia. Un programa", me decidí a presentar en forma comprensible mis objeciones a su modo de entender la referida lucha, lo mismo entre los animales que entre los hombres, materiales que estuve acumulando durante seis años.

Debido a que la ayuda mutua resultaba de circunstancias físicas exigentes, era rara entre los animales domesticados, pero en la vida salvaje su observación era continua:

> Durante una enorme migración de gamos que tuve oportunidad de ver en el Amur, en que decenas de millares de estos inteligentes animales huían en grandes tropeles de un territorio inmenso, buscando salvarse de las abundantes nieves caídas, y se reunían en grandes rebaños para atravesar el Amur en el punto más estrecho, en el Pequeño Jingan, en todas estas escenas de la vida animal que se desarrollaba ante mis ojos, veía yo la ayuda y el apoyo mutuo llevado a tales proporciones que involuntariamente me hizo pensar en la enorme importancia que debe tener en la economía de la naturaleza, para el mantenimiento de la existencia de cada especie, su conservación y su desarrollo futuro.

Incluso la observación de la naturaleza le llevó a predecir esa cooperación necesaria para la evolución en el mundo de los microorganismos con objeto de generalizar su teoría:

> Lo primero que nos sorprende, cuando comenzamos a estudiar la lucha por la existencia, tanto en sentido directo como en el figurado de la expresión, en las regiones aún escasamente habitadas por el hombre, es la abundancia de casos de ayuda mutua practicada por los animales, no solo con el fin de educar a la descendencia, como está reconocido por la mayoría de los evolucionistas, sino también para la seguridad del individuo y para proveerse del alimento necesario. En muchas vastas subdivisiones del reino animal la ayuda mutua es regla general. La ayuda mutua se encuentra hasta entre los animales más inferiores y probablemente conoceremos alguna vez, por las personas que estudian la vida microscópica de las aguas estancadas, casos de ayuda mutua inconsciente hasta entre los microorganismos más pequeños.

En las dos primeras décadas del siglo XX Kropotkin escribió muchos artículos sobre el papel evolutivo de la acción directa del medio ambiente y la herencia de los caracteres adquiridos, con un toque fuertemente lamarckiano. Como señala Álvaro Girón, Kro-

potkin estaba tratando de construir una particular versión de la ética evolucionista: una acabada sociobiología consistente con los objetivos revolucionarios anarquistas, aunque había un obstáculo por la presencia de las leyes de la población maltusianas en el mismo corazón del darwinismo, lo que bloqueaba cualquier tipo de progreso en esa dirección. Kropotkin trató de eliminar el giro maltusiano en la evolución darwiniana haciendo un análisis crítico de la selección natural y proponiendo una síntesis entre Lamarck y Darwin en los años 1910. Esperaba, por lo tanto, desarrollar un evolucionismo no maltusiano para "demostrar que la ayuda mutua no contradice el darwinismo si la selección natural se entiende correctamente", marcando su admiración por Charles Darwin.

La ayuda mutua no era una idea controvertida en Rusia. Los darwinistas clásicos no se atrevieron a atacarla, ni asociaron la teoría de Darwin con un darwinismo social relativamente ligero como el de Huxley. Solo cuando Kropotkin puso en contacto esta tradición rusa con una británica muy diferente, se sintió obligado a defender por fin lo que para muchos rusos era un acto de sentido común. Como ha indicado Ashley Montagu, Kropotkin no consideró que la ayuda mutua contradijera la teoría de la selección natural. Una y otra vez llamó la atención del lector sobre la competición en la lucha por la existencia, y subrayó la importancia de la teoría de la selección natural como la más significativa generalización del siglo XIX. Lo que Kropotkin encontró inaceptable y contradictorio fue el extremismo evolucionista de Thomas Huxley en su *Manifiesto de la lucha por la existencia*, cuyas implicaciones sociales y políticas eran abominables para el teórico anarquista.

GALTON Y LA EUGENESIA

Un caso particular que merece atención aparte es el de Sir Francis Galton (1822-1911), primo de Charles Darwin que intentó la aplicación de las leyes de la selección a la mejora de la humanidad

mediante la nueva ciencia que denominó eugenesia: "La eugenesia es la ciencia que trata de todas las influencias que mejoran las cualidades innatas de una raza; también trata de aquellas que la pueden desarrollar hasta alcanzar la máxima superioridad."

Galton, muy influenciado por las obras de Darwin, quiso aplicar las leyes naturales de la evolución a la regeneración del individuo y, más en concreto, como ha señalado Raquel Álvarez, a la de la "raza inglesa", que consideraba en un cierto estado decadente y degenerado, aunque por otra parte pensaba que la más alta civilización era la británica. Galton inició sus publicaciones con artículos titulados *Hereditary Talent and Character*, en la revista *Macmillan's Magazine* en 1865, en la misma línea que su primer libro *Hereditary Genius* (La herencia del genio), publicado en 1869, donde inició el estudio de la herencia mediante el análisis estadístico, cuestión de la que él fue plenamente consciente:

> La teoría sobre la herencia del genio, aunque generalmente negada, ha sido defendida por algunos escritores tanto en el pasado como en los tiempos modernos. Pero puedo reivindicar el ser el primero en tratar el tema de una forma estadística, llegar a resultados numéricos, e introducir la ley de la desviación de una media en las discusiones sobre la herencia.

Las curiosas intenciones de Galton con este libro eran las siguientes:

> Me propongo demostrar en este libro que las habilidades naturales del hombre se transmiten hereditariamente, con exactamente las mismas limitaciones que la forma y las características físicas de todo el mundo orgánico. En consecuencia, así como es fácil, a pesar de ciertas limitaciones, el obtener por selección cuidadosa razas estables de perros o caballos dotados con facultades especiales para la carrera o para hacer cualquier otra cosa, así debería ser de factible el producir una raza de hombres altamente dotada

por medio de matrimonios sensatos a lo largo de varias generaciones sucesivas.

Galton, convencido de la mejora genética humana por medio de la selección, no admitió la herencia de caracteres adquiridos, a diferencia de su primo Charles, quien siempre le atribuyó un cierto papel en su teoría sobre la herencia, o de otros sabios como Alphonse de Candolle, que criticó seriamente el trabajo de Galton. Curiosamente Galton se esforzó en demostrar y comentar la teoría de la pangénesis darwiniana para explicar los mecanismos de la herencia, tras la publicación de Charles Darwin en 1868 de *The Variation of Animals and Plants under Domestication* (La variación de los animales y las plantas bajo la domesticación), llegando a un resultado negativo tras una larga experimentación con conejos realizada con Romanes y el propio Darwin, disgustado poco después por las conclusiones negativas extraídas por Galton sobre la pangénesis.

La respuesta de Galton a las críticas recibidas fue la publicación de *English Men of Science* (Hombres de ciencia ingleses), en 1874 y, un año más tarde, "A theory of heredity" (Una teoría de la herencia), artículo en el que sugirió la existencia de dos clases de partículas hereditarias, internas y externas, de las que no pudo presentar evidencias experimentales. En su afán por recopilar datos que apoyasen su teoría eugénica, Galton aprovechó la International Health Exhibition, celebrada en Londres en 1884, para recoger miles de medidas antropológicas, que luego analizaría estadísticamente para buscar los "tipos" existentes en la sociedad inglesa, idea que ya había avanzado en sus *Inquiries into Human Faculty and its Development* (Investigaciones sobre las facultades humanas y su desarrollo), publicado en 1883.

Una de las obras de Galton que más importancia ha tenido para el desarrollo posterior de la biología fue *Natural lnheritance* (La herencia natural), publicada en 1889, que fue considerada por Pearson y Weldon —fundadores con Galton de la revista *Biome-*

trika en 1901— como uno de los puntos de arranque de la moderna biometría.

Junto a Pearson, Galton —que ya había fundado en 1904 la Eugenics Record Office— logró que se crease el Laboratorio Galton para la Eugenesia Nacional (1906), encargado de los estudios e investigaciones eugénicas, en tanto que la propaganda de la nueva teoría quedaba encomendada a la Sociedad Eugénica, dirigida por Leonard Darwin. Como ha indicado Álvarez en sus estudios sobre Galton, el padre de la eugenesia moría en 1911, sin poder imaginar que sus idílicas ideas sobre el perfeccionamiento de la humanidad se plasmarían trágicamente en la Alemania del Tercer Reich, que utilizó radicalmente las ideas eugénicas para justificar uno de los mayores crímenes contra la humanidad.

8
LA RECEPCIÓN DEL EVOLUCIONISMO EN EUROPA, AMÉRICA LATINA Y ORIENTE

HAECKEL Y EL ULTRADARWINISMO ALEMÁN

La recepción de la teoría de Darwin en Alemania estuvo marcada, como en casi todos los países, por la polémica. El mundo académico germano, en el que destacaban figuras de renombre internacional como Von Baer, Leydig, Virchow y Kolliker, muy ligados a la filosofía de la naturaleza, no aceptó de buen grado las ingeniosas hipótesis del naturalista inglés, si exceptuamos a Carl Gegenbaur (1826-1903) y a su discípulo Ernst Haeckel (1834-1919), quien se convirtió muy pronto en el más fervoroso seguidor de Darwin. Haeckel, a quien se le achacaba ser más darwinista que Darwin —por las conclusiones radicales que extraía de la nueva teoría evolutiva—, había estudiado medicina en las universidades alemanas de Würzburg y Berlín, para dedicarse posteriormente a la zoología desde su cátedra de la Universidad de Jena. Fue partidario acérrimo de la teoría abiogénica del origen de la vida y creador de una nueva filosofía "monista" que identificaba cualquier actividad de los organismos, e incluso la de la propia mente humana, con simples modalidades de movimientos moleculares.

Sus ideas se publicaron por primera vez en *Generelle Morphologie der Organismen* (Morfología general de los organismos) en 1866, aunque la popularización de las mismas llegó a través de *Natürliche Schöpfungsgeschichte* (Historia natural de la creación), editada en 1868. Poco más tarde, en 1874, se propuso llegar mucho más lejos que Darwin en la investigación en torno al origen de

la humanidad y publicó *Antropogenie* (Origen del hombre). Sus trabajos más importantes concluyeron con la edición de *Sistematische Philogenie* (Filogenia sistemática, 1894-1895) y *Die Welträtsel* (Los enigmas del universo, 1899), obra que alcanzó un gran éxito popular. La tarea que se impuso Haeckel en su obra científica, muy influida por sus propias concepciones materialistas, fue la de reconstruir el árbol genealógico de los animales. Si esta idea no era original, sí lo era el hacerlo desde presupuestos evolucionistas que buscaban establecer la filogenia de todos los grupos zoológicos a partir de la materia inerte.

Esta concepción chocaba frontalmente con los últimos experimentos de Pasteur, quien había demostrado la imposibilidad de la generación espontánea en las condiciones actuales, observación que el sabio alemán utilizó para afirmar que en la remota situación en la que se formó la vida, las condiciones ambientales fueron, sin duda, muy diferentes, lo que habría posibilitado la transmutación de la materia inorgánica en orgánica. Según Haeckel, las primeras formaciones orgánicas de composición albuminoidea, llamadas por él "móneras" habían surgido en el gran laboratorio de los fondos marinos, en los primeros periodos de la evolución terrestre. Incluso llegó a caracterizar las hipotéticas "móneras" como "organismos sin órganos, cuyo plasma viviente posee las propiedades biológicas de la nutrición, reproducción, sensibilidad y motilidad". Supuso que estas "móneras" se agrupaban en lo que Huxley llamó *Bathybius haeckelii,* masa de materia parda amorfa de las profundidades marinas, que se recogió en el curso de investigaciones oceanográficas y más tarde se comprobó que era un agregado de calcio.

Una de las contribuciones que suelen destacarse en la obra de Haeckel es la llamada ley biogenética fundamental, cuya paternidad real corresponde al zoólogo alemán Fritz Müller (1821-1897), según la cual la ontogenia, formación y desarrollo del individuo, es una recapitulación de la filogenia; o por explicarlo con sus propias palabras: "Para saber de qué antepasados desciende el hombre, basta seguir en el curso de la ontogénesis la serie de formas que revis-

te sucesivamente el embrión a partir del huevo; cada una de estas formas será la de un antiguo antepasado."

La comprobación de esta ley biogenética fundamental supuso sin duda un gran avance en la nueva biología evolucionista y consiguió resultados sorprendentes, puesto que se encontraron, poco a poco, las correspondencias anunciadas: al óvulo germinal, el microorganismo unicelular; a la mórula, las "sociedades celulares" como las *Labyrynthulas* de Cienkowski; a la plánula correspondía la *Magosphoera planula,* descubierta por el propio Haeckel en las costas noruegas; la gastrea se identificaba en algunas esponjas de estructura sencilla; a partir de la gastrea como animal intestino y forma evolutiva básica, Haeckel señalaba tres clases de desarrollo diferentes que conducían evolutivamente a tres tipos de organismos:

Un desarrollo radial irregular conducía a la formación de las esponjas. Uno radial regular daba lugar a los cnidarios. Uno bilateral explicaba la formación de los gusanos, desde los que se suponía que, por procesos evolutivos de larga duración, habían aparecido cuatro grupos zoológicos fundamentales: equinodermos, moluscos, artrópodos y vertebrados.

La principal dificultad en el esquema evolutivo del árbol haeckeliano era la diferencia abismal entre la arquitectura biológica de los invertebrados y los vertebrados. Este problema fue resuelto por el biólogo ruso Alexander Kovalevsky (1840-1901), que demostró la naturaleza de protocordado del *Amphioxus lanceolatus,* animal que hasta entonces había sido considerado como una especie de babosa o incluso como un pez, circunstancia que sirvió de base a Haeckel para desarrollar su famoso árbol filogenético de los vertebrados.

Otra de las aspiraciones de Ernst Haeckel fue la de buscar la filiación antropoidea del género *Homo*, esbozada ya por Huxley y Vogt en sus estudios de anatomía comparada. La necesidad de invocar una especie intermedia, el eslabón perdido, entre el mono y el hombre, condujo a Haeckel a propugnar la existencia de un desconocido *Pithecanthropus alalus* (hombre mudo), del que procedería el hombre salvaje u *Homo stupidus,* característicamente repre-

sentado por el hombre australiano. El descubrimiento realizado por E. Dubois (1858-1940) de restos humanos más arcaicos que los de la raza de Neanderthal, en Trinil (Java), conocidos como de *Pithecanthropus erectus,* llevó a Haeckel a creer en el descubrimiento real de su hipotética especie: "El origen del hombre de una extinguida serie de primates, encadenada durante el periodo Terciario, no es ya una hipótesis vaga, sino un hecho histórico."

Del resto de los naturalistas alemanes influenciados por el darwinismo, hay que destacar a Carl Nageli (1817-1891), profesor de botánica en Friburgo, Zúrich y Múnich, quien intentó combinar las nuevas ideas con las clásicas de la filosofía de la naturaleza alemanas. Nageli propuso una *teoría mecánico-fisiológica de la evolución*, según la cual las unidades fundamentales de la vida orgánica eran las "micelas", unidades similares a los cristales, que formaban las células por simple atracción en presencia de agua, de donde deducía que los seres vivos se formaban por generación espontánea y de forma continua. Nageli afirmaba que el paso a formas superiores se debía a la acción discontinua, evolución "a saltos", de una fuerza interna de carácter progresivo y de naturaleza fisicoquímica, que generaba multitud de formas vivas, reguladas y limitadas, más tarde, por mecanismos de selección natural.

EL DARWINISMO EN LA CIENCIA FRANCESA Y PORTUGUESA

Las primeras reacciones de los científicos franceses ante la obra de Darwin variaron, como ha indicado Ivette Conry, desde la más evidente indiferencia hasta la más profunda hostilidad. La situación francesa era muy peculiar, tanto en lo que se refiere al orden interno de lo estrictamente científico como al externo o social, muy perturbado por los enfrentamientos políticos y religiosos que culminaron en la Comuna de París. En el terreno científico, la tradición fijista iniciada por Cuvier, así como la nueva autoridad de Claude Bernard y Louis Pasteur, declarados antievolucionistas, di-

ficultó claramente la entrada de las nuevas ideas procedentes de Inglaterra. Estas, además, chocaban frontalmente con los positivistas estrictos, seguidores de Comte y Littré, que las consideraron meras hipótesis metafísicas fuera del alcance de la ciencia positiva. Hay que añadir que entre los pocos evolucionistas franceses, la nueva teoría darwiniana fue considerada, con un claro prejuicio nacionalista, una mera prolongación de las tesis de Lamarck.

Si la entrada del darwinismo en Francia fue difícil, no ayudó en nada la primera traducción del *Origen de las especies*. La edición francesa (1862) fue traducida por Clémence Royer, transformista radical, materialista y anticlerical, quien dio un nuevo título a la obra de Charles Darwin: *De l'origine des espèces, ou des lois du progrès chez les êtres organisés* (Del origen de las especies, o de las leyes del progreso en los seres organizados). La edición incluyó una introducción de la traductora, en la que expuso sus puntos de vista frente al nuevo evolucionismo británico, lo que provocó un feroz ataque de los intelectuales "oficialistas" franceses y un profundo malestar en el propio Darwin. Como ha indicado Elvira Arquiola, quizá haya que señalar una excepción a la condena general que el darwinismo tuvo en Francia: la Société d'Anthropologie de París, liderada por Paul Broca. Hay que matizar que esta sociedad científica nunca se declaró darwinista, e incluso en su seno hubo destacados antidarwinistas como Armand de Quatrefages; pero, sin duda, fue la institución que más claramente abrió sus puertas a los nuevos postulados evolucionistas, a pesar de que los principios generales que guiaron su actividad fueron los del movimiento positivista. Aunque la traductora francesa de Darwin afirmó en 1866 que el darwinismo reinaba en la Société, lo cierto es que los antropólogos evolucionistas franceses siempre se consideraron "transformistas" y no darwinistas. La razón de esta denominación la encontramos en la prioridad que los mismos concedieron a las tesis lamarckianas frente a las del sabio inglés, si bien es cierto que en innumerables escritos de Broca encontramos a un hombre cercano a Darwin en algunos de sus pensamientos. Frente a las tesis de Franz Pruner-Bey y de Quatrefages, quienes

separaban al hombre de los animales en un "reino hominal", por su inteligencia y religiosidad, Broca indicaba: "Si yo estuviese totalmente obligado a decir cuál es el rasgo más característico de la inteligencia del hombre, diría que es el orgullo, el orgullo del nuevo rico que se hace una genealogía y acaba por creérsela."

Estas palabras, que muestran el escepticismo del sabio frente a la soberbia de los que querían apartar al hombre de sus parientes en la serie animal, nos recuerdan aquellas que el propio Darwin había pronunciado poco antes:

> Debemos confesar humildemente que la estirpe humana, el hombre actual, a pesar de sus excelentes cualidades, a pesar de la conmiseración con los desdichados, a pesar de las simpatías que siente por los más débiles, a pesar de su excelso intelecto que le ha permitido descubrir las leyes del sistema solar, a pesar de todas estas características sublimes, lleva en su organismo los sellos indelebles de su humilde origen.

A partir de 1868 encontramos una mayor discusión en torno a los temas "transformistas" en el seno de la Société d'Anthropologie donde comienzan a aparecer seguidores claros del darwinismo. Joseph Pierre Durand du Gros, al término de uno de sus escritos a la Société, declaraba: "Gloria a los grandes nombres de Lamarck y Darwin", en tanto que Eugène Dally ensalzaba la aplicación de los principios darwinistas en el campo de la antropología positiva, contradiciendo así a James Hunt, presidente de la *Anthropological Society of London*, quien entendía que el darwinismo no podía apoyar en nada al desarrollo de la nueva ciencia del hombre.

En 1870 las discusiones de los miembros de la Société en torno al darwinismo alcanzaron su punto álgido con la publicación en los *Bulletins de la Société* de diferentes escritos "transformistas" de Broca, Dally, Royer, Durand du Gros, etc. A pesar de que el evolucionismo comenzó a ser defendido por el círculo de antropólogos encabezado por Broca, no hubo una aceptación acrítica de los nue-

vos postulados darwinistas, sino todo lo contrario. Broca, por una parte, se declaró abiertamente poligenista y, por otra, consideró que el papel que los darwinistas atribuían a la selección natural como mecanismo evolutivo era demasiado optimista y exagerado: "…las causas, los agentes de esta evolución son todavía desconocidos. Todas las teorías hasta ahora ensayadas son insuficientes. La gran síntesis de la naturaleza no se ha realizado todavía".

La posición de Paul Broca respecto a la obra de Charles Darwin la matizó él mismo en 1877, de acuerdo con sus principios de antropólogo positivista y nacionalista, con las siguientes palabras:

> Yo soy de los que piensan que C. Darwin no ha descubierto los verdaderos agentes de la evolución orgánica; pero yo no soy de los que desconocen la magnitud de su obra, y si alguna vez se realiza en la ciencia positiva esta síntesis del mundo organizado, que todavía se nos escapa, gran parte de esta gloriosa conquista deberá ser atribuida a los que como Lamarck y Darwin habrán preparado el camino.

El lugar de Darwin entre los estudiosos franceses siempre estuvo tras el de Lamarck, en esa Francia nacionalista de la segunda mitad del siglo. Hasta las conferencias organizadas en el año de la muerte de Darwin (1882) tomaron el título de "Conférences transformistes" frente al posible de conferencias darwinistas, con objeto de recordar no solo al "segundo fundador" del evolucionismo sino también al primero, Lamarck, así como a otros que habían colaborado en la tarea, como Buffon, Goethe, Geoffroy Saint-Hilaire, Spencer, Wallace, Huxley, Serres, etc. Esta situación continuó hasta principios del siglo XX, y es indicativo el ejemplo de Alfred Giard, quien publicó sus *Controverses transformistes* en 1904, donde continuó la tradición francesa de ser más lamarckista o transformista que darwinista.

En Portugal, en opinión de Carlos Almaça, el país seguía con bastante atraso científico las novedades que llegaban en 1860, con algunas excepciones como Barbosa du Bocage en el terreno de la taxonomía zoológica o, en el caso de la botánica, Julio Henriques

en Coimbra y Pereira Coutinho en Lisboa. Henriques, que ya en 1865 había hecho una tesis con discusión sobre el darwinismo, se atrevió incluso a extender sus teorizaciones darwinistas al ser humano en 1866 en el seno de la Universidad, que como institución recibió relativamente bien este tipo de discusión científica. Ejemplos de esto son las disertaciones de Eduardo Burnay en 1883 y de Baltasar Osório en 1890 en la Escuela Politécnica de Lisboa, con una clara influencia haeckeliana, o la de Américo Pires de Lima unos años más tarde en la Universidad de Oporto. No hay que olvidar que la obra de Ernst Haeckel en su versión francesa, *Histoire de la création des êtres organisés d'après les lois naturelles*, publicada en 1874, tuvo una gran repercusión en Portugal.

Por otra parte, la influencia francesa era muy notable como se podía rastrear en la llegada de las tesis de Lamarck a Portugal. Las primeras lecturas del *Origen* se hicieron en las traducciones francesas, algo similar a lo que ocurrió en España. También se produjo otra vía de difusión gracias a los profesores e intelectuales positivistas, algunos de ellos interesados en la vertiente social del darwinismo, como Albino Giraldes, profesor de zoología de la Universidad de Coimbra, Júlio de Matos, médico y positivista comtiano y Horácio Esk Ferrari, un claro darwinista social interesado en la aplicación de las ideas eugénicas en Portugal. El intelectual más conocido por la divulgación del evolucionismo en Portugal es Francisco de Arruda Furtado, republicano y positivista, que además intentó hace estudios de biogeografía y mantuvo correspondencia con Charles Darwin.

EL EVOLUCIONISMO RUSO: LA CRÍTICA AL MALTUSIANISMO Y LA AYUDA MUTUA

Como ha señalado magistralmente Daniel P. Todes, la recepción del evolucionismo en Rusia estuvo marcada por la crítica a la injerencia del maltusianismo en la teoría evolutiva de Darwin. La metáfora empleada por los darwinistas de la lucha por la existencia era para

los rusos imprecisa, falaz y ofensiva. La teoría de Darwin apareció en Rusia hacia 1860, y la primera traducción rusa del *Origen* en 1864. Se vendió rápidamente, y pronto siguieron otras ediciones. Los otros trabajos de Darwin fueron rápidamente traducidos y ampliamente revisados. Para la gran mayoría de los intelectuales rusos, Darwin se convirtió en una figura de gran prestigio, la encarnación de la ciencia natural moderna, autor de un poderoso argumento para el evolucionismo y descubridor de un factor importante en la evolución, la selección natural. Lo que no aceptaban los naturalistas rusos era la visión de la lucha por la existencia como un factor esencial en la evolución e incluso alguno de ellos como Nikoláí Danilevski consideraba que era una doctrina muy inglesa que respondía a los presupuestos filosóficos victorianos.

La reacción crítica a la metáfora de Darwin entre los biólogos rusos de los años 1860 hasta los primeros del siglo XX trascendió las fronteras disciplinarias, institucionales e ideológicas. Los zoólogos de campo como Kessler y Bogdánov, los geógrafos botánicos como Andréi Bekétov y Serguéi Korzhinskii, y los experimentadores como Méchnikov y Levakovskii, abordaron esta inclusión problemática y confusa en la doctrina evolutiva. La percepción común fue que el énfasis de Darwin en la sobrepoblación y la competencia intraespecífica reflejaba una imagen falsa, maltusiana y socialmente inquisitiva de la naturaleza.

Los naturalistas rusos observaban a menudo que Darwin simplemente había asumido la verdad de las proposiciones de Malthus y no había proporcionado la misma rica evidencia para ellos como lo había hecho con otros argumentos en su libro. Bekétov, el botánico más influyente de Rusia y presidente del Departamento de Botánica de la Universidad de San Petersburgo durante 20 años, escribió lo siguiente en sus cuadernos sobre *Moralidad y ciencias naturales*:

> La estupidez de Malthus ha dado frutos peligrosos. Epidemias mortales y guerras destructivas salvarán a la humanidad de perecer, poniendo esto fuera hasta tiempos lejanos. Los pobres, según

> el consejo de Malthus, ni siquiera deben reproducirse, o deben hacerlo con extrema precaución. Todos estos principios sórdidos, desgraciadamente, obtienen un mayor apoyo [por Darwin] al enmarcar incorrectamente la cuestión de la lucha por la existencia.

En 1896, por ejemplo, el morfólogo conservador A. Brandt exhortó a los zoólogos a "demostrar que el significado de la lucha por la existencia [entre organismos]… es exagerado", y así combatir las razones seudocientíficas de esta lucha por la existencia. Según Todes, estas reacciones al maltusianismo definieron una dirección común de investigación, aunque los científicos individuales, influidos por su propio material biológico, adiestramiento disciplinario, establecimiento institucional y orientación ideológica, tomaron caminos diferentes. Méchnikov desarrolló una reformulación no maltusiana de la lucha por la existencia que resultó crítica a su teoría fagocítica de la inflamación. Bekétov devaluó la selección natural y reafirmó su opinión original de que la evolución se debía principalmente a la acción directa del medio ambiente sobre los organismos. Korzhinskii concibió su teoría de la heterogénesis, publicada en 1899.

Un camino común llevó a muchos rusos a la llamada teoría del apoyo mutuo o la ayuda mutua. Como Darwin, a estos naturalistas les llamó la atención la cooperación en la naturaleza. Creían además en algunos principios básicos: el aspecto central de la lucha por la existencia es la lucha del organismo con las condiciones abióticas; los organismos unen sus fuerzas para llevar a cabo esta lucha con mayor eficacia, y tal ayuda mutua es favorecida por la selección natural; la cooperación, no la competencia, dominaba las relaciones intraespecíficas, por lo que la caracterización maltusiana de Darwin de esas relaciones era falsa; y la competencia intraspecífica no podía ser la principal causa de la divergencia de los caracteres y el origen de las nuevas especies. Esta opinión fue expresada en los años 1860 y 1870 por los científicos y los intelectuales laicos como una objeción obvia a la teoría de Darwin.

Hablando ante la Sociedad de Naturalistas de San Petersburgo en 1879, Karl Fiódorovich Kessler observó que "la cruel y llamada ley de la lucha por la existencia" era invocada frecuentemente por los darwinistas para resolver cuestiones sociales y morales. Sin embargo, Darwin mismo había descrito varios aspectos diferentes de esta lucha, y les quedaba a los naturalistas explorar su relativa importancia e interacción. Kessler estuvo de acuerdo en que la sobrepoblación a veces generaba competencia intraespecífica y que el conflicto dentro de una especie "es a menudo el más cruel, el más despiadado de todos"; pero los darwinistas habían exagerado su lugar en la naturaleza. La necesidad de encontrar alimentos, explicaba Kessler, estimuló la lucha entre los organismos; pero la necesidad de defenderse y reproducirse llevó a la cooperación. Mientras estudiaba la distribución geográfica de los peces, Kessler había observado que el desove de los peces que atravesaban largos y arduos caminos migratorios formaban grupos más grandes que los que tenían viajes menos difíciles. Dentro de tales grupos "los individuos separados dejan de preocuparse solamente de alimentarse y preservarse y comienzan a ayudar a otros individuos". Ilustraba este mismo punto con ejemplos de ayuda mutua entre abejas, hormigas, escarabajos, arañas, reptiles, pájaros y mamíferos. Los diferentes organismos vivían bajo diferentes condiciones, por lo que su grado de mutualismo varió. La importancia de la "vida familiar y social" entre las aves, por ejemplo, fue "impresionante". Mientras viajaba por Crimea, recordó Kessler, a menudo había visto colonias de diferentes especies jugando felices juntas, disfrutando de las ventajas materiales y espirituales que ofrecía la ayuda mutua.

El significado político de este punto de vista era claro para Kessler y muy apreciado por los zoólogos presentes: "no rechazo la lucha por la existencia", explicó, "sino que solo afirmo que el desarrollo progresivo de todo el reino animal y, sobre todo, de la humanidad no es facilitado por la lucha mutua tanto como por la ayuda mutua". La "ley de ayuda mutua" de Kessler fue recibida con entusiasmo y ampliamente citada. Su posición fue respaldada por nume-

rosos pensadores políticos, teólogos y filósofos y por muchos naturalistas, entre ellos Bogdánov, Bekétov, Brandt, Bektérev, Dokucháev y especialmente por Piotr Kropotkin, de quien ya hablamos antes.

LA POLÉMICA DARWINISTA EN ESPAÑA

Las investigaciones realizadas en los últimos años por Alberto Gomis y Jaume Josa nos hablan de que las primeras citas sobre Darwin en España, en concreto de sus trabajos geológicos, son unos comentarios indirectos aparecidos en los años cuarenta y, fundamentalmente, una primera traducción de 1857. Se trata del capítulo de Geología en el *Manual de investigaciones científicas dispuesto para los oficiales de la Armada y viajeros en general*, volumen colectivo editado por Sir John Herschel en Londres en 1849 y traducido en Cádiz por el brigadier de la Armada Juan Nepomuceno de Vizcarrondo, a partir de la segunda edición inglesa de 1851, aunque como ha indicado Thomas F. Glick, la recepción general del darwinismo en España estuvo fuertemente ligada a un suceso político y social de primer orden, como fue la revolución de 1868. Podemos añadir, con Diego Núñez, que además el debate en torno al darwinismo sirvió de catalizador de la polarización ideológica que en esos momentos vivía España. Antes de 1868, los comentarios sobre la obra de Darwin fueron escasos, y casi siempre desfavorables. El más temprano de estos, o al menos el más conocido, fue el discurso de José Planellas Giralt en la Universidad Literaria de Santiago (1859), en el que sin nombrar a Darwin, arremetió contra la idea de evolución y muy especialmente contra el posible origen simio del hombre, horror al mono que se convertiría más tarde en una constante entre los adversarios del darwinismo en España.

En este primer grupo de antidarwinistas destacaron también Francisco Flores Arenas y José de Letamendi. El primero mostró su animadversión a las doctrinas de Darwin, en un discurso pronunciado en la Universidad Literaria de Sevilla (1866), y criticó la filo-

sofía que hacía descender al hombre de "un deforme y asqueroso mono", en tanto que el segundo, catedrático de Anatomía en la Facultad de Medicina de Barcelona, llevaba a estos extremos sus razonamientos antidarwinistas: "Pues bien, si soy hijo de un orangután, por igual razón debo de ser nieto de una col y bisnieto de una piedra…"

Por el bando de los primeros defensores de Darwin en España, hay que destacar a Antonio Machado y Núñez —abuelo de los dos grandes poetas—, quien en los primeros años de la década de los sesenta expuso el darwinismo en los cursos de Historia Natural que impartía en la Universidad de Sevilla. Machado, creador de la Sociedad Antropológica de Sevilla en 1871, fue un activo publicista del darwinismo en las páginas de la *Revista Mensual de Filosofía, Literatura y Ciencias,* que él mismo había fundado —junto a Federico Castro— en 1869. En las páginas de esta *Revista* encontramos párrafos que no dejan lugar a dudas sobre sus creencias científicas: "La teoría de Darwin combatida por los reaccionarios de la ciencia, permanece, sin embargo, inalterable en sus bases fundamentales."

La revolución de septiembre de 1868, con la que llegó la libertad de cátedra, implicó un cambio profundo en la posibilidad de expresar públicamente las opiniones sobre las nuevas doctrinas, entre las que se encontraba el darwinismo, y una gran expansión de las ciencias experimentales. La primera consecuencia de la "gloriosa" revolución, en este sentido, fue la aparición en los años setenta de un grupo llamado por Alfredo Calderón "movimiento novísimo de filosofía natural", compuesto por naturalistas que se adhirieron a las nuevas corrientes del evolucionismo: Augusto González de Linares, Odón de Buen, Salvador Calderón, Blas Lázaro Ibiza, Laureano Calderón, E. Serrano Fatigati, Rodríguez Carracido, etc. No nos detendremos a explicar la controversia ideológica que creó un clima de fuerte tensión entre este grupo de "novísimos" y los representantes de la ciencia oficial "fijista", así como con los miembros de la jerarquía eclesiástica, que consideraron los nuevos principios de la evolución contrarios a las verdades reveladas. Bas-

te como ejemplo el caso del antropólogo canario Gregorio Chil y Naranjo, quien, como consecuencia de la publicación del primer volumen de sus *Estudios históricos, climatológicos y patológicos de las Islas Canarias* (1876), recibió la condena del arzobispo Urquinaona, quien calificó la obra de "falsa, impía, escandalosa y herética" y prohibió su lectura a los católicos.

Fue en esta misma década de los setenta cuando aparecieron las primeras traducciones españolas de la obra de Darwin. La primera fue *El origen del hombre. La selección natural y la sexual,* editada en Barcelona en 1876, "recortada y extractada" por Joaquín M. Bartrina. Según Glick, la explicación de que fuera traducida esta segunda obra de Darwin antes que *El origen de las especies,* se debió fundamentalmente a la dura polémica que se produjo en España como consecuencia de la edición francesa del *Origen del hombre.* Cabría añadir que en España la polémica darwinista se centró con preferencia en lo relativo a la evolución humana y lo que Julio Caro Baroja llamó "el miedo al mono" lo cual explicaría la preferencia por la traducción de esta segunda obra de Darwin.

El *Origen de las especies* fue traducido por Enrique Godínez, en 1877, bajo el patrocinio de la editorial de José del Perojo, positivista cubano que más tarde hizo su propia traducción de *La descendencia del hombre y la selección en relación al sexo* (1885), junto a Enrique Camps. Hay que destacar que Perojo fue uno de los principales propagandistas de las nuevas corrientes ideológicas europeas del último tercio del siglo XIX, por medio de su *Revista Contemporánea,* fundada por él en 1876. En esta misma revista, Manuel de la Revilla destacó la traducción de la obra de Darwin al castellano, "como síntoma felicísimo de nuestros progresos", aunque es muy probable que siguieran utilizando con preferencia las traducciones francesas de las principales obras de Darwin.

Otra consideración que hay que hacer, al hablar de la recepción del darwinismo en España, es que esta estuvo muy a menudo ligada al trabajo de instituciones y sociedades científicas creadas en torno a la fecha mágica de 1868. La primera, aunque realmente

fue creada en 1865, fue la Sociedad Antropológica Española, asociación científica privada fundada por Pedro González de Velasco, médico y antropólogo progresista que intentó emular los progresos realizados por su amigo Paul Broca y la Société d'Anthropologie de París. En las páginas de la *Revista de Antropología* (1874) encontramos una de las vías de introducción del darwinismo en España, con la publicación de artículos de Francisco M. Tubino, artífice del nombramiento de Haeckel como socio honorario de la Sociedad Antropológica, Joaquín Hysern, Rafael Ariza, Juan Vilanova, etc., en los que aparece reproducida la polémica desatada en la sociedad española, aunque en un tono más prudente y sobrio, propio de la nueva sociedad científica promovida por positivistas moderados.

En el mismo sentido encontramos sociedades científicas, como la Anatómica, la Histológica o la de Historia Natural, que dirigieron sus estudios y su práctica científica con la nueva visión evolucionista. Hay que subrayar que la que se ha denominado Escuela Histológica Española, encabezada por Luis Simarro y Santiago Ramón y Cajal, inició sus geniales proyectos de investigación en el marco del nuevo paradigma evolucionista creado por Darwin y Haeckel. Sobre el impacto de este último autor en la comunidad científica española, hay que comentar que su obra fue una de las más influyentes entre los evolucionistas españoles. Entre estos destacó el anatomista valenciano Peregrín Casanova, discípulo directo de Ernst Haeckel, que publicó en 1877 una *Biología general* estrictamente haeckeliana y más tarde realizó comentarios introductorios a algunas obras de su maestro. En general, la traducción de las obras de Haeckel al castellano fue rápida y, en este sentido, cabe citar la de su *Historia de la creación natural*, realizada por Claudio Cuveiro en 1878-1879; los *Ensayos de psicología celular,* por Oswaldo Codina, en 1882 y 1889; *La evolución y el transformismo,* en 1886; *Morfología general de los organismos,* en 1887, etc., además de la multitud de ediciones que se realizaron a principios de siglo por editoriales de signo radical y anarquista, como la de Sempere, en

Valencia, especialmente sensibilizadas ante las obras de autores como Darwin, Haeckel, Spencer, Kropotkin, etcétera.

Un lugar importante de debate en torno al evolucionismo fue la Institución Libre de Enseñanza, nacida como consecuencia de las crisis universitarias de la Restauración y en cuyo seno encontramos a un grupo importante de intelectuales procedentes del krausismo revolucionario del 68, que más tarde tendió hacia una nueva posición filosófica llamada "krausopositivismo", muy atenta a las novedades científicas del resto de Europa. Junto a esta institución, cabe destacar el papel desempeñado por los ateneos, especialmente los de Madrid y Valencia, en los que se desarrollaron brillantes discusiones sobre el darwinismo en la década de los setenta.

En lo que se refiere al evolucionismo en el anarquismo español, hay que referirse sin duda a las investigaciones de Álvaro Girón, quien ya en el inicio de su libro *Evolucionismo y anarquismo en España* nos aclara que el concepto de "evolución" era para los ácratas una idea "inscrita en un proceso cósmico general, inspirado, fundamentalmente, en las especulaciones sobre la indestructibilidad de la energía, con fuentes inmediatas en Spencer y Haeckel" y que además calaron bastante en el pensamiento de Kropotkin. Es además evidente que Darwin era el símbolo sagrado del evolucionismo, pero Spencer y Haeckel resultaban más atractivos en sus explicaciones filosóficas y en sus aplicaciones políticas. Para complicar más el asunto se hacía uso de un materialismo haeckeliano un tanto confuso, en el que materia y espíritu formaban parte de una única sustancia, lo que daba como resultado el monismo de Haeckel, cuya recepción más evidente podemos encontrarla en Fernando Tárrida del Mármol en la *Revista Blanca*.

Además, muchos de los intelectuales anarquistas, como Francisco Ferrer i Guardia, Anselmo Lorenzo o José López Montenegro, no aceptaban ideas básicas dentro del evolucionismo como el de "lucha por la existencia", que les parecía contrario a su utópica Naturaleza, entendida como madre que daba todo lo necesario, incluso en exceso, como planteaba Anselmo Lorenzo en su obra *El ban-*

quete de la vida (Barcelona, 1905). En algunos casos, como el de Federico Urales (Joan Montseny), se llega a plantear además una idea de evolución interminable que conducía a los seres por el camino de la perfección, lo cual no indicaba ni un origen divino ni anulaba la idea de parentesco del hombre con otros animales, tal como afirmaron Lorenzo y Tárrida repetidas veces, basándose en la teoría de la recapitulación haeckeliana.

Fue en el grupo de Ferrer y la Escuela Moderna donde Haeckel tuvo una mayor influencia, como puede verse en Tárrida —quizá el más fiel seguidor de Darwin y Haeckel—, Anselmo Lorenzo —traductor y animador de la editorial de la Escuela, que negaba la lucha por la existencia— o el propio Ferrer i Guardia, quien además había colaborado personalmente con Haeckel en la Liga para la Educación Racional de la Infancia.

Del movimiento republicano radical podemos avanzar que muchos de sus adeptos formaban parte del krausismo positivo que hemos bosquejado con anterioridad y puede que el único representante con verdadera fuerza que quede por reseñar sea el biólogo marino Odón de Buen, quien vio parte de su obra científica incluida en el Índice de libros prohibidos por la Iglesia católica e incluso fue separado de su cátedra de Historia Natural en Barcelona durante algún tiempo. De Buen participó en el primer Congreso Internacional de Librepensadores en París durante el año 1889 y organizó la asistencia ibérica al Congreso de Librepensadores de Roma, fletando un barco, el *Mallorca*, que hizo la travesía de Barcelona a Civitta Vechia con más de doscientas personas a bordo. En Roma pudo conocer personalmente a Ernst Haeckel, de quien tomó su obra *El arte en la Naturaleza* para sus clases a los alumnos de Arquitectura en Madrid. Odón de Buen confesaba además en sus *Memorias* que, junto a Haeckel, había formado parte de una asociación monística y que había tenido la ocasión de intimar algo con él, así como de visitarle en su Museo de la Filogenia en Jena.

Para terminar esta breve panorámica sobre la recepción del evolucionismo en España, y especialmente del darwinismo, re-

cordaremos que aunque fueron los años setenta los cruciales para la discusión del darwinismo, el debate ideológico siguió abierto hasta bien avanzado el siglo XX, casi siempre teñido de significación política y religiosa.

DARWIN EN LA AMÉRICA LATINA

Los estudios en torno al darwinismo en el mundo hispánico e iberoamericano fueron lentos en su inicio y en algunos países las investigaciones sobre su recepción se vieron influidas por un punto de vista erróneo acerca de la influencia que el positivismo tuvo en ellos. La recepción de la nueva teoría evolutiva fue desigual geográficamente y puede estudiarse en dos niveles, como ya señalaron hace tiempo Rosaura Ruiz e Ivette Conry: la recepción ideológica, que supuso el desembarco interesado del evolucionismo en el mundo social y su utilización política diversa por la burguesía y los movimientos obreros, y la recepción en la teoría y la práctica científica, a pesar de que hay autores como Olga Restrepo que discrepa de este tipo de análisis por considerar que no puede dividirse la recepción en sociedades en las que la faceta científica y la social/política estuvieron muy unidas. En general, hay que esperar al siglo XX para encontrar una recepción más precisa del evolucionismo en la práctica científica de los biólogos y naturalistas hispanoamericanos, con un mayor conocimiento por la traducción de una gran parte de los textos evolucionistas, como los editados por la Editorial Sempere de Valencia, que vendió 22 000 ejemplares del *Origen del hombre* en España y 29 000 en América, en tanto que del *Origen de las especies* vendía 5 000 en España y 6 500 en América, lo cual da ya una idea del foco de la polémica evolucionista en el tema antropológico. Además, como se ha señalado para el caso cubano, hay dificultad en encontrar "darwinistas de pura sangre", teniendo en cuenta que en muchos países hispánicos la recepción estuvo mediatizada por el lamar-

ckismo, el monismo haeckeliano, el krausismo, el evolucionismo spenceriano, etc., aunque como decía Peter Bowler todos se apellidaban darwinistas para reconocer el liderazgo del sabio británico.

En general podemos afirmar que hubo que esperar a los años setenta del siglo XIX para encontrar referencias al *Origen de las especies* de Darwin en lo que hemos llamado mundo hispánico, aquel que comprende a España y a los países americanos culturalmente ligados a su antigua metrópoli.

En Argentina el darwinismo en sentido estricto se desarrollará en la década de los setenta, combinado con el positivismo spenceriano. Aparece una primera polémica directa con Darwin en los años sesenta por el joven William Henry Hudson, residente en Quilmes, que parece aceptar la filosofía evolucionista en abstracto pero critica la selección natural como concepto explicativo, sobre todo al analizar el caso de un pájaro carpintero de las pampas puesto como ejemplo por Darwin, al que denunció en los *Proceedings of the Zoological Society* de Londres en 1870, y al que el propio Darwin tuvo que responder. Sobre el papel de algunos científicos europeos radicados en América Latina hay que decir que hubo posiciones enfrentadas. El paladín del antidarwinismo en Buenos Aires era en estos años setenta el científico de origen alemán Carlos Germán Conrado Burmeister, director desde 1862 del Museo Público por expresa invitación de Bartolomé Mitre a sugerencia de Sarmiento y muy conocido por una *Historia de la creación* publicada en 1843, en una de cuyas ediciones desprecia la teoría darwinista como hipotética y dogmática, muy alejada según él de la ciencia empírica por carecer de pruebas positivas. Respecto a las diferencias entre el hombre y el mono sugiere que estas diferencias específicas son invariables. Aun con este importante contradictor de la teoría evolutiva, Darwin fue propuesto en 1877 como socio honorario de la Sociedad Científica Argentina y un año después recibía un nombramiento similar por la Academia Nacional de Ciencias en Córdoba.

Además en Argentina se produce el nacimiento y desarrollo de la mentalidad evolucionista en la élite intelectual y política en el

marco de una ideología estructuralmente superior como la del progreso, según Marcelo Montserrat, muy ligada a la filosofía de Spencer que establece este progreso casi como una ley universal en una especie de religión secular. Un progreso evolutivo articulado ideológicamente en la clave de una matriz intensamente biologista, característico del positivismo argentino. Un caso curioso en el que merece la pena detenerse brevemente es el de Domingo Faustino Sarmiento, quien en 1882, con motivo de la muerte de Darwin, pronunció un discurso en el Teatro Nacional ante los miembros del Círculo Médico, que comenzó con la argentinización de Darwin, quien a fin de cuentas había elaborado su famosa teoría tras el viaje del *Beagle*, con el que había transitado por el Estrecho y la Tierra del Fuego, además de una importante parada en las pampas, en las que había recogido sus importantes fósiles de la fauna antediluviana. Sarmiento, que había llegado a conocer a la tripulación del buque comandado por Fitz Roy, apuntaba: "¿Por qué no habremos de asociarnos a los que en el resto del mundo tributan homenaje a la memoria de Darwin, si todavía están frescos los rastros que marcan su paso por nuestro territorio, y es uno de nuestros propios sabios?"

Dudaba Sarmiento, lector de Spencer, de la teoría fundamental de Darwin por las opiniones contrarias de su sabio Burmeister; pero tras citar a Agassiz y Lyell, se mostraba partidario del sabio inglés, que según él había explicado la variabilidad de las formas orgánicas tras su paso por las Galápagos, y de la teoría evolutiva, incluyendo la explicación de la selección sexual, ya que él mismo necesitaba "reposar sobre un principio armonioso y bello a la vez, a fin de acallar la duda, que es el tormento del alma". Sin embargo, en relación con el origen del hombre parece que Sarmiento fue más cauto y no se atrevió a pronunciarse de manera más clara, "para no salir de su terreno trillado", como él mismo confesaba, aunque se deja ver su visión evolutiva al hablar de Darwin, los descubrimientos prehistóricos y el parentesco del hombre con otros primates.

Es muy interesante ver cómo Sarmiento estuvo obsesionado por argentinizar la teoría evolutiva de Darwin, dado que el sabio

inglés comenzó sus estudios en las pampas, estudiando la variabilidad y los fósiles. También Ameghino argentinizaba el origen del hombre americano y los ganaderos argentinos demostraban en la práctica la validez de la selección natural mediante su selección artificial, que había llegado a producir la *oveja argentífera*, argentina y que además daba plata. Llegaba a decir que "los inteligentes criadores de ovejas son unos darwinistas consumados y sin rivales en el arte de *variar las especies*".

El final del discurso de Sarmiento es un canto positivista al progreso americano con un toque darwinista:

> Estímulo y gloria a los trabajadores de toda nuestra América, para ayudar al progreso de la ciencia humana, hasta que por el Misisipí, el Amazonas y el Plata, como el triunvirato del activo movimiento moderno, descienda al viejo océano una nueva raza americana, armada de máquinas para suplir su falta orgánica de garras, y vibrando el rayo que ha hecho suyo, devuelva a la vieja Tierra, su madre, en instituciones libres, en pasmosas aplicaciones de las ciencias al trabajo, los rudimentos que elaboraron egipcios, griegos, romanos y sajones para nosotros y nos trajeron puritanos y castellanos.

Los tres naturalistas destacados de la época son Florentino Ameghino, que había "aumentado" la antigüedad del hombre; Francisco P. Moreno, explorador de la Patagonia, y Eduardo Ladislao Holmberg; este último, colaborador de la *Revista Literaria* y miembro del Círculo Científico Literario, "el niño mimado de Sarmiento", publicaba en Buenos Aires en 1875 una obra de ficción titulada *Dos partidos en lucha. Fantasía científica*, donde aprovecha para atacar el antidarwinismo de Burmeister, quien por otra parte había desdeñado los descubrimientos de Ameghino en 1873, y establecer en una especie de teatro científico —con presencia del mismísimo Darwin y de Sarmiento— el triunfo del evolucionismo. Ameghino será una gran figura científica desde su *Filogenia*, publi-

cada en 1884, hasta su conferencia "Mi credo" ya en 1906, siempre intentando dar una visión de un cosmos en continua evolución progresiva y muy ligado a la conocida ley biogenética universal haeckeliana.

El primer científico que pudo haber introducido a Darwin en Chile fue el profesor polaco Ignacio Domeyko, quien llegó en 1838 contratado para impartir clases de mineralogía y de química, y 30 años más tarde fue rector de la Universidad; fue reconocido por el propio Darwin en sus *Observaciones geológicas de América del Sur,* aunque quizá por sus creencias religiosas no llegó a comentar la obra del naturalista británico. En 1866 el médico alemán residente en Chile Rodulfo Philippi publicó unos *Elementos de historia natural* en los que exponía las ideas de Darwin dudando de ellas, lo que no fue obstáculo para recibir una avalancha de críticas antidarwinistas que le acusaron de afirmar que el hombre provenía del mono, como relata el historiador Diego Barros Arana.

En 1871 el jesuita alemán Theodor Wolf —que había llegado a Ecuador en 1862— difundió el darwinismo mediante sus cursos de geología y paleontología en la Escuela Politécnica, en un intento de conciliar la ciencia y la religión, lo que encajaba muy bien con el gobierno modernizador y católico de Gabriel García Moreno. En 1874 sus discusiones con la ortodoxia católica le separaron de la orden jesuita y de la Escuela Politécnica, dirigiéndose entonces a Guayaquil y luego a las islas Galápagos, como han indicado Cuvi y Sevilla.

En el caso de Colombia el suizo Ernst Röthlisberger, profesor de historia universal y filosofía, explicaba en la Universidad Nacional en los años setenta los sistemas de Laplace y Darwin con total naturalidad, siendo criticado duramente desde las filas conservadoras, que poco después tomarán las riendas del Estado y revertirán el proceso de secularización y universalización de la enseñanza pública iniciado pocos años antes.

Entre los científicos extranjeros residentes en Perú parece ser que el más relevante en cuanto a la difusión del darwinismo fue

Antonio Raimondi, quien publicó en 1857 unos *Elementos de Botánica aplicada a la medicina y a la industria*, con citas explícitas a Lamarck, y en 1874 una obra titulada *El Perú*, en la que citaba a Darwin y explicaba brevemente la polémica evolucionista. Sus ideas fueron difundidas posteriormente por su discípulo en San Marcos, el médico y naturalista Miguel Colunga, encargado de las cátedras de Historia natural médica, de Zoología y de Botánica, en las que explicó el sistema de clasificación de Lamarck.

En el caso mexicano sucedería algo parecido con la obra de Alfredo Dugès en sus *Elementos de Zoología* (1884), que seguía combinando estas ideas transformistas de Lamarck con la teoría de la selección natural en la concurrencia vital darwiniana, aunque la misma Rosaura Ruiz ya explica cómo sus críticas a la teoría darwiniana desde una posición positivista nos hace pensar en un antidarwinista moderado, que aceptaba algunas de las ideas del sabio inglés. Así, Dugès se oponía a la idea de una variabilidad ilimitada en la Naturaleza, e interpretaba que las interrupciones en el registro fósil se oponían al evolucionismo progresivo y al origen simio del hombre. Además se mostró muy crítico con la ley biogenética de Haeckel, y en conclusión nos dejó una opinión favorable y ambigua al considerar la teoría darwiniana como una hipótesis científica atractiva pero no demostrada en aquel momento, algo en lo que se unió a otros positivistas y científicos como José María Velasco, quien criticó algunas ideas evolucionistas de Weismann en sus trabajos sobre el ajolote.

Como podemos ver, en varios países del mundo hispánico la presencia del lamarckismo en estos primeros años de la recepción evolucionista fue frecuente. En Colombia, por ejemplo, encontramos al profesor universitario Francisco Bayón, que enseñó desde Geografía botánica hasta una especie de filosofía de la botánica, algo similar a lo que sucedió con Fidel Pombo, quien enseñaba Filosofía zoológica, y destacaba la figura y la obra de Lamarck, además de enseñar Anatomía comparada con un tema sobre el origen del hombre.

En el caso cubano, como han estudiado Pedro M. Pruna y Armando García, el mejor precedente al hablar de evolucionismo, o mejor en este caso de transformismo, fue el de Felipe Poey, quien intervino en la polémica entre las ideas de Cuvier y de Étienne Geoffroy Saint-Hilaire, al parecerle las de este último algo exageradas en cuanto a la posible transformación de las especies, lo que subrayó en 1861 en un "Discurso sobre la unidad de la especie humana", aunque más tarde cambió totalmente esa posición en la discusión mantenida en la Academia de Ciencias de La Habana en 1868, donde se mostró favorable a una posible explicación darwinista en contra de la opinión de Francisco de Frías y Jacott. En la misma institución hubo en 1870 un encendido debate en torno a la memoria antidarwinista sobre el origen del hombre del médico catalán José de Letamendi, enviada para su ingreso como correspondiente en la Academia. La Sociedad Antropológica de la Isla de Cuba, fundada en 1877 y filial de la española, también sirvió como vía de entrada del darwinismo, sobre todo por el impulso de Luis Montané, discípulo del antropólogo francés Paul Broca, siempre más cercano a las tesis transformistas de Lamarck, aunque reconocía el mérito de Darwin y Wallace, "cuyas ideas han producido una verdadera revolución en las ciencias naturales". Algunos restos humanos encontrados por Montané en 1888 en Banao, Sancti Spíritus, fueron considerados erróneamente por Hamy y Ameghino como pertenecientes a un hombre fósil, autóctono de América. Hamy lo denominó Hombre de Sancti Spíritus, y Ameghino, *Homo cubensis*. Tanto la prensa científica como algunas novelas reflejaron diversos aspectos, críticos o no, del darwinismo, teoría que comenzó a explicarse en la Universidad de La Habana en 1880 por figuras como Felipe Poey y Carlos de la Torre y continuó en el siglo XX con otras como Arístides Mestre.

En Uruguay la discusión darwiniana, estudiada por Glick y Cheroni, se remonta a 1874. Los primeros difusores fueron José Pedro Varela y Ángel Floro Costa en 1875-1876. Parece que la discusión positivista de Darwin fue la segunda, ya que antes se debatió

entre los estancieros que fundaron la Asociación Rural del Uruguay en 1871. Domingo Ordoñana, un antidarwinista, fomentó allí la "ganadería agronómica", en el seno de la cual prosperó la difusión de la teoría darwiniana y la confrontación entre los partidarios de la selección natural del ganado y los que propugnaban la selección artificial para acelerar el proceso evolutivo, algo similar a lo que hemos visto en Argentina. En el caso chileno, la *Revista Médica de Chile* fue la primera publicación en acoger claramente las doctrinas darwinianas. En 1872 el cirujano Adolfo Valderrama expuso la evolución del hombre, en tanto que dos años después Pedro Candia Salgado escribía en torno a la generación espontánea y las ideas de Darwin, especialmente sobre el gradualismo evolutivo. En 1877 el profesor Valentín Letelier Madariaga dio unas conferencias sobre "El hombre antes de la historia", en las que defiende la antigüedad del ser humano y cita a Büchner, y Jenaro Abasolo publicó *La personalité*, valorando las aportaciones de Darwin. Un año más tarde el médico Serapio Lois Cañas pronunció sendas conferencias sobre "Fases históricas de la noción de la vida" e "Historia de las teorías biológicas", publicadas por *El Atacama*. En 1879 hubo otra reacción antidarwinista, estudiada por Tamayo, por parte del médico polaco Juan José Bruner y del ingeniero Daniel Barros Grez, que publicó *Excepciones de la Naturaleza*, como una defensa del creacionismo. Ya en 1887-1889 se publicaron los *Elementos de filosofía positiva* de Juan Serapio Lois, que comenta positivamente la evolución biológica, en tanto que en 1888 el agrónomo Luis Arrieta publicaba *Algo sobre el hombre*, con ideas evolucionistas, y Alberto Liptay hacía un elogio de las ideas de Darwin, Huxley y Haeckel en su obra *El darwinismo. ¿Cuál es la posición del hombre en el universo?*

Parece que el primer texto evolucionista conocido en Bolivia fue el de León A. Dumont, *Haeckel y la teoría de la evolución en Alemania*, traducido en 1877 en La Paz, cuatro años después de su edición original en París. En 1892 el médico Belisario Díaz Romero publicó un artículo sobre "La teoría de Darwin y su importancia científica en la actualidad", que tuvo impacto en el mundo ideoló-

gico más que en la práctica científica; unos años antes había publicado un texto sobre las plantas carnívoras con clara resonancia darwinista, aunque sabemos que era más bien un haeckeliano crítico. Entre las instituciones receptoras en Bolivia, Arturo Argueta señala el Círculo Literario de La Paz, fundado por Agustín Aspiazu —masón, diputado y fundador del Partido Radical— en 1876, en cuya revista se había publicado la obra de Dumont sobre Haeckel, el sabio alemán que fue más darwinista que Darwin, según la opinión de algunos autores, por su pretensión de extender la evolución al mundo inorgánico. Del mismo Círculo procedía Benjamín Fernández, el "Comte boliviano", antispenceriano fundador del Liceo Libertad en Sucre y maestro de Samuel Oropeza, pensador positivista ecléctico (con influencias de Comte, Littré y Spencer) que intentó crear una teoría orgánica del Estado basada en ideas evolucionistas —especialmente siguiendo a Lamarck y a Haeckel— en sus *Estudios de ciencia moderna* en 1899, pero que al hablar del origen del hombre solo consideró la teoría de Darwin como una hipótesis importante sin darle mayor categoría.

El darwinismo, recibido con entusiasmo en Colombia durante los años setenta y los primeros ochenta, se convirtió en objeto de ácidos debates en la Universidad colombiana a finales del siglo XIX. Con los cambios políticos que se produjeron después de 1886, la llamada *Regeneración*, se revirtió el proceso de secularización de los liberales, algo que enfrentó en dos bandos irreconciliables a los intelectuales colombianos. Los liberales usaron el darwinismo y el positivismo spenceriano, que para ellos formaban una misma teoría científica, para trazar una frontera entre ciencia y religión. Los conservadores atacaron duramente el darwinismo y el positivismo y se opusieron a este intento de naturalizar los discursos sobre la sociedad, el hombre y la moral. La polémica se desarrolla en un mundo universitario donde el evolucionismo y sus consecuencias políticas y sociales fueron cuestiones muy sensibles en la época.

De la misma manera, el darwinismo fue introducido en Venezuela en la década de los setenta en la Universidad Central. En

1874 se creó una cátedra de Historia Natural y otra de Historia Universal. La primera la ocupó el alemán Adolfo Ernst y la segunda Rafael Villavicencio, divulgadores del positivismo en Venezuela. Ernst es uno de los fundadores de la Sociedad de Ciencias Físicas y Naturales de Caracas y además como director del Museo Nacional divulgó las teorías de Darwin y Haeckel. Rafael Villavicencio, médico, farmacéutico y miembro de las academias venezolanas de Historia, de la Lengua y de Medicina, fue rector de la Universidad en 1895 y 1898. Tenía una gran influencia comtiana como positivista, aunque en contra de lo que se suele generalizar fue darwiniano convencido y creía que Darwin había probado con hechos positivos su teoría en el plano biológico, algo que debía trascender al plano social y filosófico. Entre sus discípulos destacó el positivista Luis Razetti, que en 1904 pronunció una conferencia explicando la doctrina de la descendencia de Lamarck y Darwin, que encendió una fuerte polémica con los círculos católicos. La incorporación a la actividad científica del darwinismo en Venezuela tuvo que esperar mucho tiempo.

Un caso particular, recientemente estudiado por César Villarreal e Itzel de Gracia, es el de Panamá, país en el que la recepción y circulación de las ideas evolucionistas se vio retardado por la influencia norteamericana, en particular la difusión de la obra antidarwinista del científico suizo asentado en Estados Unidos Louis Agassiz, asunto analizado en el diario *La Estrella de Panamá*, periódico nacido en 1849.

En su trabajo sobre *Positivismo y evolución: introducción del darwinismo en México*, Rosaura Ruiz indica, al comentar la debilidad de la biología en el país en la época de Darwin, que el único libro darwinista publicado en el siglo XIX en México fue el de Alfonso L. Herrera, *Recueil des lois de la biologie générale* (1897), que realmente era una lectura positivista para traducir a leyes biológicas *El origen de las especies* de Darwin. Herrera estuvo muy influenciado por Haeckel y planteó un evolucionismo al estilo de este pensador, sin contradicciones aparentes entre las teorías de Lamarck y Darwin,

a los que reconoce junto a otros autores como Étienne Geoffroy Saint-Hilaire, Lorenzo Oken, Charles Lyell y Alfred R. Wallace. Según una carta que Herrera escribió a Haeckel en 1895 desde el Museo Nacional, este le había influido por la lectura de sus obras *Historia de la creación y de los seres organizados según las leyes naturales* y *Antropogenia, o Historia de la evolución humana*, que le habían llevado, además, a ser un crítico extremo de la taxonomía para defender los auténticos "estudios biológicos" en un trabajo que envió al sabio de Jena, titulado "Hérésies taxinomistes". Herrera consideraba que había que seguir el camino abierto por el propio Haeckel, y por Darwin, Wallace y Huxley, dejando los trabajos de clasificación a los auxiliares de los museos.

Posteriormente, en otra carta escrita en 1906, enviaba Herrera su trabajo de *Biologie et plasmogenie* a Haeckel y manifestaba la total influencia sobre esta obra de ideas como el monismo, el peculiar darwinismo haeckeliano, o la unidad del mundo orgánico e inorgánico. Herrera desarrollaba la idea de que la plasmogenia debía estudiar la unidad de los fenómenos del universo, desde el origen del protoplasma hasta las analogías con todos los fenómenos del cosmos. Esta nueva ciencia, tan haeckeliana, incluiría por tanto desde la biología, la física, la química, la astronomía y la geología, hasta llegar a la sociología y la filosofía. En la práctica, esta concepción haeckeliana de la evolución llevó a Herrera a investigar el origen de la vida con experimentos notables, pero le separó de la búsqueda darwiniana del origen de las especies. Además, Herrera, que fue ayudante naturalista en el Museo Nacional y desde 1909 jefe de la Sección de Biología del Instituto Médico Nacional, escribió en 1895 "Les musées de l'avenir", en el que exponía la necesidad de crear un museo en el que hubiera salas que respondieran a cuestiones relevantes de la biología y no tanto a la clasificación. En la década de los setenta, como en otros países, se discute la teoría darwinista entre las élites positivistas y católicas, para ser utilizada políticamente después por los ideólogos del Porfiriato, como Justo Sierra o Emilio Rabasa, y después por algún revolucionario como

Andrés Molina Enríquez. En sentido más general, como evolucionista destaca el trabajo de José Ramírez en su ensayo *Origen teratológico de las variedades, razas y especies* (1876), donde reproduce algunas ideas de Ernst Haeckel sobre adaptación y formación de variedades biológicas que luego derivan a nuevas especies, ya presentes en la *Historia de la creación* del sabio alemán, en una mezcla de ideas darwinistas y lamarckistas, que luego aparecerán también en otros trabajos mexicanos como el de Francisco Patiño sobre las plantas carnívoras publicado en 1876.

Un caso especial fue el del bilbaíno emigrado a Uruguay José Arechavaleta, considerado el fundador de la biología moderna en ese país. Fue claramente seguidor de Haeckel e impartió los nuevos conocimientos de taxonomía de acuerdo con los criterios haeckelianos, siguiendo la ley biogenética de Haeckel y Müller. Además se consideró descubridor de un *Bathybius*, un organismo simple protoplasmático y sin núcleo, que apoyaba las hipótesis del sabio de Jena.

En el plano ideológico encontramos un debate frontal entre los evolucionistas y el pensamiento tradicionalista católico y conservador, representado en muchos casos por obispos y políticos conservadores. Además, en algunos casos el positivismo comtiano también se mostró reacio a aceptar el darwinismo como teoría científica, aunque sí lo consideró en algunos casos como una hipótesis interesante para interpretar la Naturaleza y su origen frente al dogma religioso. Algo mucho más aceptable para el pensamiento positivista spenceriano, siempre evolucionista y partidario de la competición en la lucha por la vida, lo cual era además utilizable en el terreno político, como ha podido verse en el caso mexicano o en el boliviano. Un caso interesante de la posible aplicación del evolucionismo a la sociedad fue el de Gabino Barreda y su Sociedad Metodófila, fundada en 1877 en México para aplicar las teorías científicas a los problemas políticos y sociales. Barreda había sido discípulo de Comte en 1848 y su obsesión era implantar las ideas de orden y progreso en la sociedad mexicana, lo que intentará en su colaboración con Benito Juárez y la fundación de la Escuela

Nacional Preparatoria, en la que se incluyen conocimientos generales pero también estudios de zoología o botánica. Finalmente la divisa se convertirá en *Libertad, Orden y Progreso*, siempre con una idea de progreso social basado en un orden regido por la ciencia, algo muy presente en los discursos del Porfiriato, como los de Justo Sierra —claramente spenceriano— o Emilio Rabasa.

En el caso de Brasil hay que comentar que, como en otros países americanos, la controversia tras la publicación del *Origen de las especies* se produjo tanto en los medios científicos como en el mundo intelectual. En el primer plano es muy interesante observar las discusiones en torno a temas relacionados con la propia idea de evolución, la cuestión siempre espinosa del origen de la humanidad y su relación con el mundo animal, y las razas humanas, algunos de los ejes que orientaban las ciencias naturales en las últimas décadas del siglo XIX, en opinión de Heloisa B. Domingues y Magali Romero Sá. Es cierto que en Brasil encontramos darwinistas convencidos como el alemán residente en Desterro, Fritz Müller, un corresponsal de Darwin en estas latitudes y uno de sus principales valedores, o naturalistas como João Joaquim Pizarro, y otros menos entusiastas y ambiguos como Ladislau Netto, director del Museo Nacional, tibiamente transformista y a veces muy crítico con la obra botánica de Darwin, o manifiestamente haeckeliano. Pero también hubo importantes resistencias a las tesis darwinianas comenzando por el propio emperador Pedro II, que compartía las ideas antidarwinistas de Quatrefages, tal como expresaba en la correspondencia que mantuvo con el sabio francés. En la misma línea encontramos a los naturalistas del Museo Nacional, João Batista de Lacerda y Rodrigues Peixoto, ensalzados en aquella época por los antropólogos positivistas franceses por sus trabajos craniométricos sobre los indios brasileños y los realizados sobre los fósiles encontrados en las décadas anteriores por el científico danés Peter Wilhelm Lund.

También hay que destacar los cursos que se desarrollaron en los años setenta en el Museo Nacional de Rio de Janeiro, que sirvieron de plataforma pública a los debates sobre el darwinismo en Brasil.

Como defensor del darwinismo destaca la figura del médico Augusto C. de Miranda Azevedo, quien expuso las tesis evolucionistas con el sesgo del monismo de Haeckel, siendo muy crítico con Louis Agassiz y Cuvier por sus posiciones fijistas. Desarrolló sus ideas en 1875 en ciclos de conferencias sobre el pasado, el presente y el futuro del darwinismo, sus leyes fundamentales, la aplicación de la doctrina darwinista a la humanidad, etc. Un año después entraba en escena Antonio Felício dos Santos, que se mostraba un ardiente defensor de Darwin y Haeckel, en tanto que poco después aparecía Sylvio Romero como el más importante seguidor brasileño de Herbert Spencer y defensor de la evolución social de Brasil.

Aunque el impacto del darwinismo en la práctica científica de los naturalistas en América Latina fue escaso en los primeros momentos de la recepción, hay que decir que el darwinismo influyó en la actividad taxonómica de los naturalistas y contribuyó a cambiar el esquema cuvierista de la naturaleza y en dar una mayor atención a la variabilidad en un momento en el que la historia natural se transformaba en la nueva Biología ya en los albores del siglo XX, cuando empezaba a gestarse la nueva teoría sintética de la evolución.

EL EVOLUCIONISMO EN ORIENTE

El caso de Japón hasta los años veinte

El conocimiento y la recepción del darwinismo en Japón llegó en 1877 gracias al zoólogo americano Edward Sylvester Morse (1837-1925), en una serie de conferencias en la recién fundada Universidad de Tokio, tal como indica Eikoh Shimao, quien además señala cómo la llegada de esta teoría evolutiva se daba en una sociedad tradicional en pleno cambio, más interesada en las consecuencias sociales y políticas del evolucionismo que en la propia teoría biológica, ya que en los medios académicos los naturalistas todavía se aferraban a la antigua historia natural y la taxonomía. Las leccio-

nes de Morse en la universidad tuvieron mayor impacto debido a la traducción al japonés y su publicación por su discípulo Chiyomatsu Ishikawa (1860-1935) en 1881, pero no llegaron a suponer la entrada real en la comunidad científica japonesa de las ideas de Charles Darwin. Tampoco existían en esa época en Japón estudios de paleontología, geología y anatomía comparada, que eran importantes para entender y asimilar la teoría de la evolución, aunque es cierto que se había traducido en 1879 a Thomas Huxley por Shuji Izawa, y Senzaburo Kozu llegaría a traducir el *Origen del hombre* en 1881, en ambos casos profesionales formados en Estados Unidos. La primera traducción al japonés del *Origen de las especies* no llegaría sino hasta el año de 1896 como *Seibutsu shigen*, por Senzaburo Tachibana.

Sin embargo, se abría otro camino para la recepción del darwinismo como una teoría social debido al entusiasmo por el spencerismo, que ocurrió casi en la misma época, un periodo en el que hubo confrontaciones religiosas que incluían el rechazo al cristianismo frente al budismo y el sintoísmo, algo que en principio podía favorecer la llegada del darwinismo por su rechazo al relato bíblico del Génesis; mientras que las descripciones genéticas en los clásicos sintoístas y las escrituras budistas estaban en mayor sintonía con el darwinismo, como puede verse en el texto de Nobuchika Aoikawa titulado *Hokkyodan*, publicado en Tokio en 1874, probablemente con la primera referencia al darwinismo en un libro japonés, en el que también se comentaban otros autores occidentales como Auguste Comte o John Stuart Mill. A pesar de esta afirmación hubo algunas iniciativas de armonía entre el cristianismo y el darwinismo, como el caso de John Thomas Gulick (1832-1923) en sus clases en la Universidad Doshisha en Kyoto, lo que provocó una cierta recepción crítica.

Veinticinco años después, en 1904, apareció en Tokio la primera obra darwinista de un biólogo profesional, Asajiro Oka (1868-1944), discípulo de Weismann y Leuckart, con el título *Shinkaron Kowa* (Conferencias sobre la teoría de la evolución), que tuvo una gran

repercusión en Japón por sus ideas monistas sobre evolución, con un tratamiento bastante especial al hablar de la humanidad, la civilización, la religión, la educación y el Estado.

Fuera del mundo de la biología, Shimao comenta la importancia del interés del darwinismo entre los socialistas japoneses, uno de los cuales, Sakae Osugi, tradujo *El origen de las especies* en 1914 y el *Apoyo mutuo* de Kropotkin en 1917, intentando conciliar el socialismo y el darwinismo con trasposiciones curiosas como la de hacer corresponder la "lucha por la vida" con la "lucha de clases". Desde la biología hubo otros intentos, como el de Senji Yamamoto (1889-1929), que además se rebeló contra la antigua zoología taxonómica clásica exigiendo que en la Universidad de Tokio se hiciera "biología genuina en lugar de historia natural", con investigaciones de carácter más dinámico. En sus clases en la Universidad Doshisha impartió cursos sobre Biología humana en 1920, publicados un año más tarde, desarrollando tres años después interesantes estudios sobre la conducta sexual humana que derivaron hacia temas relacionados con el socialdarwinismo.

La teoría evolutiva en China. Una primera aproximación

En el caso de China conocemos algo de lo que pasó en la paleontología gracias a los trabajos de Xiaobo Yu, quien ha mostrado la originalidad de la recepción del darwinismo en este inmenso país, bastante diferente al que se produce en otros lugares, sobre todo en los occidentales, quizá por el gran esfuerzo realizado en la ciencia nacional china por cuestiones prácticas. Por otra parte, hace tiempo que Joseph Needham nos explicó cómo en el mundo chino la inmutabilidad de las especies no había formado parte de la cultura china, como había sucedido en Occidente. Por el contrario, la idea de cambio y metamorfosis impregnaba gran parte de sus ideas sobre la naturaleza, la sociedad y sus transformaciones.

La primera referencia documentada a Darwin en una publicación china fue la traducción de los *Elementos de Geología* de Lyell, completada en 1873 por Hua Hengfang y D.J. MacGowan. Se ha discutido la traducción como un proceso de formación de conocimiento y quizá de distorsión en la interpretación o en la lectura de los textos originales, además de otros problemas de índole cultural y epistemológicos. En opinión de los estudiosos chinos, en la traducción el gran edificio de la teoría de Lyell desapareció; en cambio, uno encuentra solo detalles pesados sin una teoría general. Sin embargo, las primeras traducciones por Hua, MacGowen y otros tuvieron éxito como intermediarios culturales y abrieron un espacio para la futura difusión de la ciencia en China, ya que en esos momentos China no tenía científicos modernos y no hubo paleontólogos, morfólogos o naturalistas para reaccionar a las ideas darwinianas. Cuando la primera generación de paleontólogos chinos entró en escena en 1920, los fósiles chinos fueron adquiridos en su mayoría o recogidos por exploradores occidentales o misioneros. Los fósiles fueron enviados a Europa y América para su estudio por paleontólogos de varios países. En contraste con lo que sucedió en el siglo XIX occidental, el darwinismo se encontró con poca o ninguna resistencia religiosa al llegar a China por primera vez, ya que frente a la creencia occidental de una creación divina de especies fijas, en China había una creencia general en la fluidez de los cambios cósmicos profundamente arraigada en las antiguas filosofías chinas.

Después de la inesperada derrota de China en la primera Guerra Sino-Japonesa (1894-1895), una nueva generación de reformadores comenzó a reflexionar sobre la causa de la derrota. En esta época de crisis, Yan Fu se hizo famoso por introducir ideas occidentales de Thomas Huxley, Herbert Spencer, Adam Smith, John Miller y otros. Yan publicó en 1898 su traducción muy comentada de *Evolución y ética* de Huxley. Con el fin de alertar a los chinos sobre el riesgo de una extinción "nacional y racial", Yan Fu usó la "selección natural" y la "lucha por la existencia" de Darwin centrán-

dose en la competencia entre grupos o "razas" en lugar de entre individuos. Por lo tanto, presentó a los chinos no un darwinismo en sentido estricto, sino una particular teoría de darwinismo social; Yan Fu tituló su traducción ecléctica *Tianyan lun*, que significa más o menos "Sobre la evolución". Como indica Xiaobo Yu, el término "tianyan" significa literalmente "cambio celestial o cósmico", pero pronto dio paso a términos más nuevos tomados del japonés. Los nuevos términos para la evolución se convirtieron en "yanhua" (que significa "desarrollo de cambio") o más comúnmente "jinhua" (que significa "avance o cambio progresivo").

Por lo tanto, la idea original contenida en el término "evolución" adquirió nuevas características cuando fue apropiada por otra cultura en el proceso de traducción, algo que es bastante común en la circulación del conocimiento, en el que las supuestas culturas receptoras reinterpretan y hacen nuevas aportaciones a las teorías originales.

En 1903 apareció la primera traducción al chino del *Origen*, pero estaba incompleta, con solo los primeros cinco capítulos. En 1919 el traductor Ma Junwu completó la traducción revisada del *Origen*. Otras obras occidentales fueron traducidas rápidamente para poblar el vacío intelectual y cultural, como *La evolución creadora* de Bergson, *Die Welträtsel* y *Die Lebenswunder* de Haeckel, y el *Apoyo mutuo* de Kropotkin. Así, el darwinismo se introdujo en China como parte del aprendizaje general sobre el Occidente. Llegaba mezclado con doctrinas del darwinismo social y se convirtió en una herramienta para el despertar nacionalista. Como señaló el renombrado erudito y reformador Hu Shi, las ideas darwinianas "se extendieron como un fuego de pradera, incendiando los corazones y la sangre de muchos jóvenes". Términos técnicos como "evolución" y "selección natural" se hicieron comunes. La popularidad del darwinismo como herramienta para el despertar nacionalista formó una parte inseparable del contexto social y cultural en el que los paleontólogos de la primera generación de China llegaron a conocer a Darwin y el darwinismo en su época formativa.

El primer intento de enseñar geología de nivel universitario en China comenzó en 1909 en la Universidad Imperial de Pekín. En 1913, esta Universidad suspendió las clases de geología por falta de estudiantes, y se hicieron arreglos para la formación geológica a cargo de una escuela especial organizada por Zhang Hongzhao y Ding Wenjiang, conocida como Escuela Geológica. La carga principal de la enseñanza fue compartida por un pequeño grupo de profesores chinos, incluidos Ding, Zhang, Weng Wenhao y otros, complementados por occidentales como Friedrich Solger, Johan Gunnar Andersson y F.R. Tegengren. En 1914, Ding comenzó a enseñar el primer curso de Paleontología de nivel universitario en China. En 1916 la escuela graduó 22 estudiantes, y 13 de ellos fueron contratados inmediatamente por el recién fundado Servicio Geológico de China. Este grupo incluyó a los primeros paleontólogos formados en el país. En 1917, la Universidad de Pekín reinauguró su Departamento de Geología.

En 1920, la formación paleontológica en dicha Universidad dio un gran paso adelante, cuando Amadeus W. Grabau (1870-1946) y Li Siguang (J.S. Lee; 1889-1971) se unieron a la facultad por invitación de Ding. Grabau enseñó paleontología, geología histórica y estratigrafía. En su doble función como profesor en la Universidad de Pekín y paleontólogo jefe del Servicio Geológico, Grabau desempeñó un papel principal en la construcción de la paleontología de invertebrados en China y en la capacitación y tutoría de paleontólogos chinos de la primera generación. Con Grabau y Li, la formación geológica en la Universidad de Pekín cambió su énfasis en la metalurgia y la ingeniería de minas.

En 1922 se fundó la Sociedad Geológica de China, y 12 de sus 26 miembros fundadores fueron paleontólogos. En el mismo año, con la ayuda de Grabau y Andersson, Ding lanzó *Acta Palaeontologica Sinica* como el principal medio en China para publicar investigaciones paleontológicas. En 1923, la Universidad de Pekín estableció su programa de paleontología, y a partir de ese momento ya podía considerarse que esta universidad era comparable a las occidentales y a las escuelas de minería.

Cuando los paleontólogos de primera generación de China comenzaron su formación y su carrera inicial, el darwinismo se encontraba en la primera parte de la segunda etapa de su desarrollo. El darwinismo estaba siendo desafiado por nuevos hallazgos de la genética y se proponían modelos alternativos para eludir la selección natural como mecanismo de evolución. También fue un momento en el que la distinción entre darwinismo y darwinismo social era más borrosa que en la actualidad, y cuando muchas creencias desacreditadas en la actualidad, como el cientificismo, el neolamarckismo y la eugenesia, tuvieron una amplia aceptación en China, como en otras partes del mundo.

Los maestros de los primeros paleontólogos chinos, Ding Wenjian, Weng Wenhao y Grabau dejaron algunos registros sobre su comprensión del darwinismo en ese momento. En un artículo de 1919 titulado "Eugenesia y genealogía", Ding intentó explicar lo que se creía que era la base científica de la eugenesia; señaló que la supervivencia de los más aptos depende del contexto ambiental, y criticó la objeción lamarckiana de Spencer a la selección natural. En un discurso de 1923 sobre las ciencias naturales, Weng comentó sobre la naturaleza hipotética de la teoría de la selección natural de Darwin, al decir: "La lucha por la existencia dentro de la misma especie no puede ser negada. Pero, ¿pueden heredarse las variaciones? ¿Puede el éxito ocasional en la lucha por la existencia mantenerse y reforzarse en la posteridad? Esto no se puede verificar." Weng alabó el trabajo de De Vries sobre mutaciones en plantas como "un paso adelante en la explicación de la evolución de las especies". Al tiempo que mostraba una comprensión oportuna de algún desarrollo posterior a Darwin, Weng no elaboró sus puntos de vista específicos sobre los mecanismos de la evolución.

Grabau parece ser el primer paleontólogo occidental en exponer a los estudiantes chinos la teoría de la evolución en el contexto de la estratigrafía y la paleontología; Mazur piensa que Grabau era partidario de la teoría de la evolución ortogénica de Hyatt. Al conmemorar el sexagésimo aniversario del *Origen* de Darwin, Gra-

bau afirmaba que "las variaciones no son fortuitas sino controladas por una ley" y que "el registro de conchas de moluscos durante millones de años sugiere evolución por ortogénesis". Grabau enfatizaba que los cambios en el desarrollo progresivo del molusco constructor de conchas eran ordenados, a lo largo de líneas definidas y por gradaciones diminutas, mientras que el estudio de los caparazones de sucesivos periodos geológicos revela la misma regla. En una serie de conferencias públicas sobre la evolución en la Universidad de Pekín (1920-1921), Grabau utilizó fósiles de gasterópodos como ejemplo para mostrar que las variaciones son direccionales (variación ortogénica). Declaró que los darwinistas estaban equivocados al creer que las variaciones son aleatorias porque prestaron atención solo a organismos vivos e ignoraron los organismos del pasado. Al hablar sobre herencia, Grabau resumió el trabajo de Weismann, Mendel, De Vries y Morgan, pero insistió en que la herencia de los caracteres adquiridos era correcta basándose en estudios sobre fósiles de cefalópodos.

Sepkoski proporcionó el contexto adecuado para comprender los enfoques de Grabau y otros paleontólogos occidentales que trabajaban en China en ese momento. Él comentaba que cien años después de Darwin, la mayoría de los paleontólogos tendían hacia una posición agnóstica, lo que significaba que "su trabajo no intentaba hacer ningún comentario o contribución a la teoría". Sepkoski señalaba que los científicos decimonónicos y los paleontólogos del siglo XX que sí persiguieron preguntas interpretativas más amplias "tendían a suscribirse a modelos evolutivos direccionales no darwinianos como el lamarckismo y la ortogénesis".

Es difícil evaluar hasta qué punto las opiniones de sus colegas occidentales pueden haber influido en los paleontólogos chinos, muchos de los cuales también siguieron estudios avanzados o realizaron investigaciones con paleontólogos occidentales en el extranjero. Para la mayoría de los primeros paleontólogos chinos, la evolución y el progreso estaban inseparablemente vinculados. Los fósiles fueron vistos como evidencia directa de la evolución como

un hecho y algunos descubrimientos espectaculares como el Hombre de Pekín y el primer fósil de dinosaurio completo de China (*Lufengosaurus*) impulsaron el orgullo nacional y la imagen de los fósiles como guardianes de la verdad de la evolución pasada. Las publicaciones de los primeros paleontólogos chinos estuvieron dominadas por temas sobre morfología descriptiva, taxonomía y bioestratigrafía, y contenían poca o ninguna discusión sobre los mecanismos de selección natural o los patrones específicos de la evolución.

La recepción adaptativa y la apropiación del darwinismo por los paleontólogos chinos se caracterizaron por el vínculo entre su entusiasta recepción del darwinismo y el objetivo más elevado de utilizar la ciencia para la construcción de la nación. Yang Haiyan escribió que los primeros biólogos chinos "centrados en sus propias especialidades para desenterrar el potencial de la teoría evolutiva, apenas tocaron la cuestión del mecanismo evolutivo", y señaló que mientras los eslóganes darwinistas respaldaban su aspiración de salvar a China por medio de la ciencia, principalmente vieron su trabajo "como un esfuerzo para nacionalizar la ciencia y construir su identidad como científicos chinos". La evolución de los estudios evolutivos en China siguió varios caminos, pero la Gran Guerra y el lysenkoísmo impuesto en los años cincuenta alejaron temporalmente del trabajo evolutivo a aquellos biólogos formados en el exterior y más cercanos a la moderna síntesis en el pensamiento evolutivo, según la magnífica síntesis de Xiaobo Yu.

El evolucionismo en Corea

Como ya señaló Oonee Koh al estudiar el caso de Corea, reducimos el significado de "Oriente" a China, Corea y Japón, que genéricamente son llamados los países del área cultural de carácter chino. En Corea, la filosofía oriental generalmente incluye las filosofías de la zona cultural de carácter chino y el budismo naturali-

zado en Corea. Las filosofías de la China antigua como el confucianismo, el taoísmo, etc., interaccionaron con el budismo que se transmitió desde la India.

El libro en el que podríamos ver más claramente la visión del mundo del confucianismo es el *I Ching*. Es uno de cinco clásicos del confucianismo, en el que se describen los principios de cambio del mundo. El propio título significa "el libro de los cambios o de las mutaciones". Podemos resumir sus principios con estas frases: "El mundo cambia incesantemente. Lo único inmutable es la mutación. La verdad es simple y fácil. La luz se hace sombra y la sombra se hace luz, el día se hace noche y la noche se hace día, las estaciones cambian ordenadamente. Todos los seres nacen, envejecen, enferman y mueren." La idea de cambio es uno de los fundamentos más importantes de la filosofía oriental.

Por otra parte, en la historia de las ideas de Oriente no existía un ser supremo personal significativo. No se suponía un ser trascendental como el creador del mundo o la causa final. El padre del taoísmo, Lao Tsé, dice en su libro *Tao te Ching* (*El libro del Tao*) que la naturaleza es una corriente que camina sin intención ni intervención y no podemos controlarla. Existía el concepto "tao" (vía, camino) como el principio primordial o el mecanismo del movimiento universal, y el "tian" (cielo) como la realidad verdadera y la fuente de moral. A veces los conceptos tenían características de una creencia religiosa, pero nunca llegaron a ser una religión potente; generalmente solo funcionaban como una metáfora de la naturaleza. Influían al público general, pero normalmente quedaban en el nivel de animismo. Es difícil encontrar monoteísmo en Oriente, pero tradicionalmente se creía en la existencia del alma y de otro mundo después de la muerte.

En la filosofía oriental, la palabra que se refiere a todos los seres (orgánicos e inorgánicos) de la naturaleza, "Wanwu", es un concepto muy importante. Solía designar a los seres sin distinguir al humano del resto. La jerarquía filosófica entre los seres vivos de Oriente no era tan clara en comparación con la de Occidente. No

había un ser supremo que pudiera dar el poder al hombre para gobernar el mundo; el ser humano era solo una parte de la naturaleza que vive con la corriente natural, y el cuerpo del ser humano era tratado como un universo pequeño. En los siglos XVII y XVIII, en Corea había debates filosóficos muy vivos sobre la igualdad y la diferencia entre el ser humano y otros seres vivos. Se podría decir que uno de los arquetipos del estudio oriental es que todos los seres forman una corriente sucesiva. En el budismo, la reencarnación es el concepto en el que podemos ver el dicho pensamiento. Trata a los animales como seres inferiores al ser humano, porque si una persona vuelve a nacer como alguna forma de animal, es un resultado negativo de su karma. Sin embargo, no existe una barrera conceptual insuperable entre el ser humano y los animales. Además, el budismo respeta la vida y prohíbe matar animales. En el taoísmo, como todas las cosas (Wanwu) vienen del mismo Tao, son iguales desde el nacimiento.

La filosofía oriental presupone el cambio continuo de los seres; por lo tanto, podemos decir que los pensamientos orientales tienen puntos semejantes a las implicaciones filosóficas del darwinismo, aunque la teoría de la evolución naciera en el seno del pensamiento occidental.

La entrada de las culturas occidentales en Corea tuvo lugar después de la apertura forzada de la puerta por Japón en 1876. Posteriormente, el darwinismo tardó unos años en llegar a Corea, pero una vez transmitido, empezó a influir entre los intelectuales. Sin embargo, no se aceptó como una teoría biológica sino como una explicación general de la competencia entre los países de la época. El primer pensamiento darwinista que llegó a Oriente no venía de Darwin, sino de Spencer; la teoría llegó parcialmente vía China, Japón o Estados Unidos. Por lo tanto, los aspectos de la aceptación en estos tres países influyeron definitivamente en la incorporación del darwinismo en Corea. Darwin llegó a Corea en la década de 1880, por medio de los intelectuales que estudiaban en Japón.

El Japón de la era Meiji es el primer país asiático que recibió el darwinismo, porque aceptaba la cultura occidental más activamente que China y Corea. En Japón, después de que el zoólogo estadounidense E.S. Morse diese conferencias en la Universidad de Tokio en 1877, la teoría de la evolución de Darwin se aceptó como un hecho; se recibió sin debates señalados, debido a que la sociedad japonesa de aquel entonces no tenía una filosofía ni un dogma religioso opuesto al darwinismo. Aceptó el darwinismo como teoría biológica y sociológica a la vez, pero el darwinismo social llamó la atención más intensamente.

China también estaba sufriendo un momento crítico por el imperio japonés y otras potencias de Occidente que intentaban aprovecharse de este país. En la época, hubo dos estudiosos importantes en la entrada del darwinismo a China: Yan Fu y Liang Qichao. Yan Fu fue a estudiar a Inglaterra en 1877 y vivió allá más de dos años y medio. Después de volver a China se dedicó a disciplinar a las fuerzas navales y en los años noventa empezó a traducir libros notables del mundo occidental. En 1896 tradujo *Evolution and ethics* de T.H. Huxley, al que añadió sus propios comentarios en cada capítulo y publicó con el título de *Tianyan lun*. Inventó varias palabras para explicar el darwinismo porque había muchos conceptos que en Oriente no existían hasta entonces. Como Yan Fu estaba absorto en las lecturas de H. Spencer, en sus comentarios a los textos de Huxley hay huellas de los pensamientos de Spencer. Liang Qichao era un estudioso más comprometido. Se exilió por motivos políticos en Japón y aceptó un darwinismo social extremo. Recibió los pensamientos occidentales y los interpretó a su modo.

El intelectual coreano Yu Gil-Jun publicó "La teoría de competencia" en 1882 después de volver de Japón, pero era un artículo sociológico. Luego fue a Estados Unidos y estudió bajo la dirección del profesor Morse que introdujo el darwinismo en Japón. A Yu también le interesaba el darwinismo social y lo admitió, pero respetó más el confucianismo. Si Corea hubiera podido recibir el darwinismo sin pasar por otros países y hubiera tenido oportunidades de

entender los libros de Darwin en cuanto se publicaron, no se habría concentrado casi exclusivamente en el darwinismo social. La teoría tardó entre 30 y 40 años en llegar a Corea, mientras la situación internacional cambiaba bruscamente; Corea no tuvo la oportunidad de entender el darwinismo como una teoría biológica.

Antes de abrirse al mundo occidental, Corea tenía su propia biología dirigida a la agricultura y la medicina. La biología europea se introdujo en la enseñanza escolar del Imperio de Corea (1897-1910). Durante la época de la ocupación (1910-1945), generalmente los japoneses tomaron en sus manos la enseñanza y el estudio de la biología en la península coreana. No hubo departamento de biología en las instituciones de enseñanza superior. El imperio japonés no quiso dar oportunidades a los coreanos de estudiar ciencia y tecnología e intentó hacer la industria coreana dependiente de Japón. Aun cuando entraron libros en chino y en japonés sobre la evolución, la mayoría de los coreanos no podía entenderlos.

Por lo tanto, pasó casi un siglo antes de que se publicaran en Corea los libros originales de Darwin. Después de terminar la ocupación de Japón y de la Guerra de Corea (1950-1953), finalmente en el año 1958 se publicó la primera versión coreana de *El origen de las especies*.

La teoría de Darwin que se introdujo en Corea con los aspectos sociales dejó huellas en la sociedad, pero su sentido puramente biológico no se valoró y solo se aceptó pasivamente.

9
EL REDESCUBRIMIENTO DE LAS LEYES DE MENDEL Y LA TEORÍA CROMOSÓMICA DE LA HERENCIA

WEISMANN Y EL PLASMA GERMINAL

Una importante extensión de la teoría evolucionista fue la aportada por August Weismann (1834-1914), profesor de zoología en Friburgo, que propuso la teoría de la continuidad del plasma germinativo. Lo primero que hizo fue distinguir entre el *germoplasma*, responsable de la herencia y transmisible de generación en generación, y el *soma* o plasma corporal, que inevitablemente muere en cada generación. Weismann postuló la continuidad de la descendencia en los seres unicelulares, la evolución gradual de los organismos pluricelulares y la existencia de organismos complejos como meros vehículos de las células germinativas. Como consecuencia de esta afirmación, concluyó que las modificaciones corporales adquiridas por influencia del medio no debían producir cambios en el germoplasma, o lo que es lo mismo, refutaba las antiguas ideas de Lamarck sobre la herencia de caracteres adquiridos.

Para demostrar su teoría, Weismann inició una serie de curiosos experimentos en los que iba cortando las colas de unos ratones durante sucesivas generaciones, hasta llegar a demostrar que a pesar de esta continua mutilación corporal, los ratones nacidos en cada generación aparecían siempre con cola. Para Weismann el principal agente de evolución procedía de la unión de dos gérmenes ("anfimixis"), en tanto que las variaciones eran producto de la selección sexual y de una selección nutritiva entre los componentes del plasma germinativo (selección germinativa). Weismann predijo el fenó-

meno de la meiosis, antes de que hubiera evidencias experimentales, ya que, según su razonamiento, para que la descendencia no tuviera el doble de germoplasma que sus progenitores, era necesario que el germoplasma parental se dividiera en dos al formarse el óvulo y el espermatozoide, antes de su unión en la célula huevo. Otra predicción acertada de Weismann fue su afirmación de que el germoplasma se encontraba en los cromosomas de los núcleos de las células sexuales, en unas unidades que él llamó determinantes, por su acción específica sobre las características del organismo.

EL REDESCUBRIMIENTO DE LAS LEYES DE MENDEL

En los albores del siglo XX se produjo un cambio trascendental en la biología evolucionista, con el redescubrimiento de las leyes de Mendel. Como ya comentamos, una de las fisuras más profundas de la teoría evolucionista era la cuestión de la herencia, puesto que Darwin y sus seguidores no fueron capaces de explicar satisfactoriamente con su teoría de la "pangénesis" los fenómenos de la herencia. En 1900 se produjo el redescubrimiento simultáneo de las leyes de Mendel, por tres naturalistas: Hugo de Vries, Carl Correns y Eric von Tschermak. Al explicar su descubrimiento, Correns dice que al principio creyó que era algo nuevo, aunque…

> Luego he tenido que convencerme de que el abate Gregor Mendel, de Brno, alrededor de 1860, gracias a prolongados y extensos ensayos con guisantes, había llegado no solo a los mismos resultados que De Vries y yo, sino que incluso había dado de ellos la misma explicación hasta donde era posible en 1866.

Quedó establecido que los caracteres hereditarios dependen de factores independientes entre sí, estables en las sucesivas generaciones y que se combinan en la descendencia de acuerdo con las leyes de la estadística. Pero esta historia que culminó en 1900 había

comenzado mucho antes de la mano del abate Gregor Mendel (1822-1884), naturalista moravo formado en la Universidad de Viena, quien desde 1856 había experimentado en su jardín monacal agustino en Brno con guisantes (*Pisum sativum*), para ver el origen de la variabilidad de caracteres y las causas de las regresiones hacia formas iniciales. Como ha estudiado la historiadora de la biología Ilse Jahn, el procedimiento experimental de Mendel era impecable y condicionado a una serie de características para la muestra que se iba a analizar y cuantificar. Las plantas debían cumplir una serie de requisitos y ser observadas para ver las relaciones entre las formas híbridas entre sí y con las especies originarias:

> 1] poseer características con diferencias constantes; 2] sus híbridos han de estar protegidos, o han de poder ser fácilmente protegibles, durante el periodo de floración, de la influencia de cualquier polen ajeno, y 3] los híbridos y su descendencia en las generaciones sucesivas no deberán sufrir ningún trastorno importante en su fertilidad.

Para cumplir con sus objetivos cuantitativos, Mendel realizó cuidadosamente 355 fecundaciones artificiales para conseguir 12 980 plantas híbridas, que fueron sometidas al análisis estadístico. Pudo comprobar además que en los híbridos analizados aparecía siempre alguno de los caracteres, que llamó *dominante*, en tanto que el otro podía transmitirse enmascarado y aparecer posteriormente, que llamó *recesivo*, términos que se mantuvieron en la genética clásica. Como dice Jahn, se realizaron experimentalmente unos trabajos cuya evaluación fue novedosa al considerar la totalidad de las semillas y la reiteración de su cultivo, el uso de métodos estadísticos en la comparación de caracteres de la descendencia, la acotación de solo algunos caracteres en la transmisión hereditaria y el reconocimiento de la separación y segregación del material hereditario. De esta manera obtuvo resultados que le llevaron a establecer unas reglas, luego convertidas en leyes:

a] La primera generación de híbridos tiene siempre una apariencia homogénea.

b] En las siguientes generaciones híbridas aparecen los caracteres de los progenitores en dominancia en proporción 3:1, si se diferencian en un par de caracteres, o en la relación 9:3:3:1, si en la trasmisión hereditaria se tienen en cuenta dos pares de caracteres.

c] Cuando se cruzan varios caracteres diferentes aparecen tantas formas nuevas como posibilidades combinatorias existan.

El trabajo de Mendel, a pesar de contar con algunos corresponsales de cierta importancia como Carl W. Nageli y de su comunicación a la Sociedad de Naturalistas de Brno, pasó bastante inadvertido. Solo se pudo conocer la investigación de Gregor Mendel por el trabajo preliminar de compilación de Wilhelm O. Focke, quien en 1881 recopiló en *Die Pflanzen-Mischlinge* (Los híbridos vegetales) los estudios realizados en los años anteriores sobre cultivos de híbridos, aunque hubo que esperar hasta 1900 para la constatación absoluta de las leyes de Mendel por otros investigadores.

DE VRIES, LAS LEYES DE MENDEL Y EL MUTACIONISMO

El botánico holandés Hugo de Vries inició en 1876 una serie de experimentos para intentar comprobar la hipótesis de la pangénesis de Darwin, que dio lugar a la obra *Pangénesis intracelular*, publicada en 1889, en la que planteaba que "todo el mundo orgánico aparece como el resultado de innumerables combinaciones y permutaciones diversas de un número relativamente corto de factores". Con sus experimentos sobre la transmisión del color de las flores en los híbridos de alubias (*Phaseolus multiformis* × *Phaseolus vulgaris nanus*) llegó a los mismos resultados que Mendel, cuyos trabajos conoció unos años más tarde y le llevaron a afirmar en 1900 en su obra *Das Spaltungsgesetz der Bastarde* (La ley de la segregación de los híbridos) lo siguiente:

> De estos experimentos, y de otros muchos, deduzco que la ley de segregación de los híbridos hallada por Mendel para los guisantes tiene una gran aplicación en todo el reino vegetal y una principalísima importancia para el estudio de las unidades que componen los caracteres específicos.

En el curso de sus trabajos experimentales sobre las onagras silvestres (*Oenothera*) Hugo de Vries encontró variedades con modificaciones espontáneas opuestas al carácter específico y pudo ver la constancia hereditaria de esas alteraciones, a las que llamó *mutaciones*, lo que le llevó a establecer una nueva teoría sobre la mutación entre 1901 y 1903, con la creencia de que este podía ser el mecanismo fundamental en la creación de nuevas especies frente a los mecanismos gradualistas del darwinismo clásico. Un año más tarde publicó sus conferencias en la Universidad de California sobre *Especie y variedad, y su origen por mutación*, en las que intentaba "señalar los medios y métodos mediante los cuales el origen de las especies y variedades puede convertirse en un objeto de investigación experimental, en interés de la práctica agrícola y hortícola, así como de la ciencia biológica general". De Vries explicaba que aunque la creencia general asumía que las especies cambiaban lentamente a nuevos tipos, su nueva teoría de la mutación suponía que las nuevas especies y variedades se producen a partir de formas existentes por saltos repentinos. No obstante, De Vries intentaba mantenerse en el paradigma darwiniano aportando una nueva fuente de variabilidad. En su introducción a la publicación de estas conferencias pronunciadas en Berkeley dejaba claro su punto de vista:

> Mi trabajo pretende estar en total acuerdo con los principios establecidos por Darwin y dar un análisis profundo y preciso de algunas de las ideas de variabilidad, herencia, selección y mutación, que eran necesariamente vagas en su tiempo. Es solo para afirmar que Darwin estableció una base tan amplia para la investigación

> científica sobre estos temas, que después de medio siglo muchos problemas de interés mayor aún deben ser retomados. El trabajo que ahora exige nuestra atención es manifiestamente el de la observación experimental y el control del origen de las especies.

De Vries se mostraba francamente darwiniano en su discurso reconociendo la labor de Darwin en la creación de una teoría evolutiva, aunque se alejaba de lo que consideraba excesos de algunos darwinistas como Wallace. Este último había llegado incluso tan lejos en su celo y veneración ardiente por Darwin, como para describir algunas cosas del darwinismo que, en opinión de De Vries, nunca habían sido parte de las concepciones de Darwin. La experiencia de los criadores era bastante inadecuada para el uso que Darwin hizo de ella, ya que las leyes de la variación habían sido apenas conjeturadas y los diferentes tipos de variabilidad solo se distinguían imperfectamente. La concepción de los criadores era suficiente para propósitos prácticos, pero la ciencia necesitaba una comprensión clara de los factores en el proceso general de la variación. Pero como decía De Vries, la ley de variación de Quetelet aún no había sido publicada y la reivindicación de Mendel de las unidades hereditarias para la explicación de ciertas leyes de los híbridos descubiertas por él, todavía no se había producido.

Era evidente que Darwin había descubierto el gran principio que rige la evolución de los organismos, el principio de la selección natural. El problema surgía al intentar explicar el origen de la variabilidad, ya que según De Vries había dos posibilidades: un medio de cambio radicaba en la producción repentina y espontánea de nuevas formas de la vieja población, las ahora llamadas mutaciones, y el otro método era la acumulación gradual de las variaciones siempre presentes y siempre fluctuantes. La posible explicación había vuelto a enfrentar a los darwinistas estrictos, partidarios únicamente de la selección natural, y los llamados neolamarckianos, que insistían en que cualquier cambio en el medio ambiente podía provocar cambios útiles en la organización biológica, lo que apa-

rentemente los acercaba al mutacionismo. De Vries no quería pronunciarse en este terreno y declaraba que todavía había poca evidencia empírica sobre las especies vegetales mutantes, a pesar de sus múltiples experimentos en el Jardín Botánico de Ámsterdam buscando mutaciones, aunque derivaba el argumento de autoridad hacia Thomas Morgan, llegando a decir:

> Su libro me libera completamente de la necesidad de discutir estas cuestiones generales, ya que no podría hacerse de una manera mejor o más clara. Tengo la intención de hacer una revisión de los hechos obtenidos de las plantas que vayan a probar la aseveración de que las especies y variedades se originaron por mutación y que, en la actualidad, no se sabe que se originen de otra manera.

A pesar de su primera falta de definición, quizá por no perder el respeto a Charles Darwin, al que admiraba, sus consideraciones finales tras debatir sobre el concepto de especie le llevaban a reconocerse como absolutamente mutacionista:

> Aparecen dos teorías opuestas, derivadas y aisladas de la concepción amplia original de Darwin. Una de ellas considera las mutaciones como el origen de nuevas formas, mientras que la otra asume que las fluctuaciones son la fuente de toda evolución. Como se mencionó anteriormente, mi propia experiencia me ha llevado a aceptar la primera opinión. Por lo tanto tendré que demostrar que las mutaciones producen formas nuevas y constantes, mientras que las fluctuaciones no son adecuadas para hacerlo.

Hugo de Vries afirmaba que las nuevas especies elementales eran raras, pero había descubierto en una gran pradera una cepa de *Oenothera lamarckiana* que las producía anualmente tanto en estado silvestre como en el jardín. Aun así se mostraba a veces ecléctico y pensaba que tras haber demostrado la existencia y la importancia de las mutaciones, había que indagar hasta qué punto podían llegar

las mejoras que solo se debían a variaciones fluctuantes. No descartaba, por tanto, la posible aparición de nuevas especies por mutación como la forma más normal de aparición de nuevas especies o alternativamente por pequeños cambios graduales a lo largo de mucho tiempo, tal como habían propuesto Darwin y Wallace, aunque en este caso la observación empírica era imposible y el largo periodo requerido era todavía objeto de discusiones.

Como dijimos antes, hubo otros descubridores de las leyes de Mendel en 1900, entre los que se ha destacado a Carl Correns y E. von Tschermak, aunque a veces se incluye también al holandés Martinus W. Beijerinck, quien pudo dar la información de los trabajos de Mendel a De Vries e intuyó los logros en el estudio de la transmisión hereditaria de las modificaciones en el campo de la microbiología. Correns había comenzado sus experimentos de cruce y el estudio de modificaciones en híbridos en 1894, utilizando diversas plantas como alubias, guisantes, maíz, etc., y así pudo conocer los experimentos de Mendel, "lo mejor que se había escrito sobre híbridos". Censuró por cierto a De Vries por no haber citado a Mendel en su primer trabajo, a lo que este contestó indirectamente diciendo que era "muy difícil encontrar un término medio entre la inmodestia alemana y la modestia holandesa". Como ha indicado Jahn, Correns introdujo en la literatura genética las "reglas de Mendel" para la segregación regular y la recombinación de los "caracteres" en las generaciones híbridas. Además, en 1907 fue el primero en demostrar que el proceso de formación sexual era "un simple proceso hereditario" sometido a las leyes de Mendel.

El tercer biólogo implicado en el redescubrimiento de Mendel y sus leyes fue el austríaco E. von Tschermak, quien desde 1898 experimentaba con guisantes para comprobar algunos experimentos de Darwin con una gran cantidad de híbridos, observando la producción de semillas, la variación de colores y formas de estas, y también la de su vainas, etc., para comparar los caracteres con la descendencia obtenida por autofecundación, usando métodos estadísticos. Pudo conocer el trabajo de Mendel gracias a la bibliografía de Focke

y ya comenzó a utilizar los términos de *dominante* y *recesivo*, llegando a conclusiones similares a las de De Vries y Correns.

Entre los zoólogos y naturalistas no botánicos se han destacado algunos nombres como el de William Bateson, biólogo inglés conocido por sus estudios embriológicos, quien se decidió por la investigación genética buscando una solución al problema del modo de variabilidad, las causas de la variación, y para discutir la idea darwiniana de pequeñas variaciones lentas y progresivas. Realizó experimentos con plantas y gallinas similares a los mendelianos, con evaluación estadística, lo que le llevó a pensar en el nacimiento de una nueva Historia Natural que diese con conocimientos "concretos sobre la evolución de formas concretas", proponiendo en estos primeros años del siglo XX parte de la terminología genética (alelomorfo, homocigoto, heterocigoto, F1, F2, etc.); aunque fue el botánico danés Wilhelm Johannsen quien llamó *gen* a la unidad de información hereditaria, *fenotipo* al tipo aparencial y *genotipo* al tipo constitucional. Asimismo hay que citar al zoólogo francés Cuénot, quien mediante cruces de ratones realizados desde 1898 llegó a comprobar experimentalmente la validez de las leyes de Mendel en la cría de animales.

MORGAN Y LA TEORÍA CROMOSÓMICA DE LA HERENCIA

Dos de los primeros neomendelianos, el citólogo alemán Theodor Boveri y el estudiante de posgrado en la Universidad de Columbia Walter S. Sutton, indicaron independientemente en los primeros años de 1900 que los supuestos factores mendelianos se comportaban en cierta medida como los cromosomas, apareciendo en pares procedentes cada uno de un progenitor, una observación que podía comprobarse durante la meiosis según proponía Sutton en 1902:

> Quiero finalmente llamar la atención a la probabilidad de que la asociación de los cromosomas paternos y maternos en pares y su

separación subsiguiente durante la división reductora, tal como se ha descrito anteriormente, pudiera constituir la base física de la ley mendeliana de la herencia.

La confirmación llegó en 1910 de la mano de Thomas Hunt Morgan (1866-1945) de la Universidad de Columbia, quien recibió por este motivo el Premio Nobel en 1933 cuando su laboratorio se había trasladado al Instituto Tecnológico de California (CalTech), en Pasadena. Morgan demostró la vinculación entre los cromosomas y el material hereditario, proporcionando una base física a las leyes de Mendel, tras numerosos experimentos realizados con la mosca de la fruta (*Drosophila melanogaster*). Fue de gran importancia el uso de la drosófila y su rápida multiplicación, ya que esto les permitió ver el proceso evolutivo en acción, especialmente cuando el equipo de Morgan comenzó a manipularlas provocando mutaciones. Sin la utilización de un organismo correcto como esta mosca de la fruta quizá no se habría conseguido un avance tan significativo. Un año más tarde, Alfred Henry Sturtevant desarrolló una técnica para trazar la localización de los genes específicos de los cromosomas en la mosca *Drosophila*. Se dio cuenta de que los genes no sólo se encontraban físicamente en los cromosomas, sino que además parecían estar alineados, uno tras otro, como las cuentas ensartadas de un collar, y aplicó lo averiguado a la creación de mapas cromosómicos.

Estos descubrimientos y el empleo de la *Drosophila* permitieron hacer un seguimiento de sucesivas generaciones en un breve tiempo (una nueva generación cada doce días) para estudiar algunos genes. Es interesante saber que Morgan se había mostrado muy crítico tanto con los neodarwinistas como Weismann, como con los neolamarckianos en su libro *Evolution and Adaptation* (Evolución y adaptación), publicado en 1903, por la falta de pruebas empíricas. Se inclinaba por su carácter experimentalista, con una clara influencia de su paso por la Estación Zoológica de Nápoles unos años antes, hacia las nuevas tesis de Hugo de Vries y el mutacionismo.

En consecuencia, estuvo persiguiendo la aparición de una mutación en su famosa habitación de las moscas durante un año, al cabo del cual apareció una mosca macho con ojos blancos que fue cruzada con una hembra normal de ojos rojos. En la primera generación aparecieron todas las moscas con ojos rojos, pero en la segunda, tal como indicaban las leyes de Mendel, reaparecieron moscas con ojos blancos en proporción 1:3 respecto a las de ojos rojos, siendo además machos todas las de ojos blancos, lo que sin duda indicaba que el sexo y el color de ojos estaban ligadas en un mismo cromosoma. Morgan y sus discípulos Alfred H. Sturtevant, Calvin B. Bridges y Hermann J. Muller, integrados en el "Grupo Drosophila", tras experimentar con otras mutaciones (longitud de alas, número de quetas, etc.) demostraron que los genes se alineaban en los cromosomas y además pudieron ver otros fenómenos como el ligamiento de algunos genes, su recombinación y la herencia ligada al sexo. Respecto a sus primeras dudas en torno al evolucionismo darwinista hay que decir que Morgan, al estudiar los mecanismos de la herencia mendeliana, pudo comprobar que los caracteres mendelianos eran variaciones pequeñas y que aparecían mutaciones heredables sobre las que podía actuar la selección natural darwiniana. No obstante, siguió dudando de algunos mecanismos indispensables en la teoría darwiniana como el papel de la adaptación, por la que el mecanismo de la selección natural actuaba sobre variaciones genéticas existentes en una población para adaptar los organismos a su entorno, y rechazó la terrible calamidad de la naturaleza que se describía como "lucha por la existencia":

> Esta teoría nos presenta una imagen del proceso de la evolución un tanto diferente a la antigua idea de una lucha feroz entre los individuos de una especie, con la supervivencia de los más aptos y la aniquilación de los menos aptos. La evolución asume un aspecto más pacífico. Una serie de caracteres nuevos y beneficiosos sobreviven para incorporarse en la raza, mejorándola y abriendo ante ella nuevas oportunidades. (*Critique of the Theory of Evolution*, 1916).

Otro paso en el desarrollo de la teoría mutacionista fue debido a uno de los antiguos discípulos de Morgan, Hermann Joseph Muller (1890-1968), quien desarrolló una técnica, junto a Edgar Altenburg, para inducir mutaciones con rayos X, lo que le permitió observar que la radiación era altamente específica y podía afectar a un solo gen, la verdadera mutación, una observación por la que recibió el Premio Nobel en 1946.

Así, en 1923 definía con claridad lo que era la mutación en un sentido parecido al propuesto inicialmente por Hugo de Vries:

> El término mutación incluía originalmente fenómenos distintos, los cuales, desde el punto de vista genético, no tienen nada en común. Se clasificaron juntos porque todos ellos producían una aparición repentina de nuevos tipos genéticos. Se ha visto que algunos son casos especiales de recombinación genética, otros son debidos a anormalidades en la distribución de bloques de cromosomas y otros consisten en cambios en los genes individuales.

Estos últimos cambios eran realmente las verdaderas mutaciones para Hermann Muller. Para él, lo que hacía posible la evolución era la herencia de la variación, ya que al producirse la mutación se mantenía la capacidad de autopropagación o autocatálisis; es decir, se producía un cambio transmisible del que dependía la evolución, una idea que apareció en su artículo "The gene as the basis of life" (El gen, fundamento de la vida) publicado en 1929, tres años más tarde que la obra de su maestro Morgan *The Theory of the Gene* (Teoría del gen), que completaban las nuevas ideas de la escuela cromosómica. En esos años habían estudiado también el fenómeno de sobrecruzamiento en *Drosophila*, las translocaciones por parte de Stern, Sturtevant había realizado mapas genéticos teniendo en cuenta el ordenamiento lineal de los genes y se habían hecho multitud de experimentos genéticos y citológicos aprovechando el descubrimiento de los cromosomas gigantes en las glándulas salivales de los dípteros.

Finalmente hay que indicar otro acontecimiento importante en estos primeros años del siglo XX que afectaba a las poblaciones y no a los individuos. En 1908 se produjo el descubrimiento simultáneo por parte de dos científicos, el matemático Godfrey H. Hardy (1877-1947) en Gran Bretaña y el médico Wilhelm R. Weinberg (1862-1937) en Alemania, del equilibrio en la composición genética de una población, mientras no actuase la selección ni ningún otro factor y no se produjera mutación alguna: la que conocemos desde entonces como "ley de Hardy-Weinberg", según la cual la alteración genética de una población que está en equilibrio solo puede darse por factores como mutaciones, selección, influencias casuales, convergencias o divergencias individuales.

LA ESCUELA EVOLUCIONISTA RUSA

No podemos acabar este capítulo sin describir brevemente la acción de un grupo de biólogos rusos que dieron impulso a la nueva genética y prepararon el camino para la nueva síntesis evolutiva. De este grupo procede además la figura sobresaliente de Theodosius Dobzhansky, formado con J.A. Filipchenko en el Instituto de Genética de la Universidad de Leningrado, del que hablaremos más tarde. Dos figuras destacaron en los estudios genéticos, en opinión de Ilse Jahn: Serguéi S. Chetvérikov (1880-1959), fundador de la Sociedad Entomológica de Moscú y presidente del Departamento de Genética del Instituto de Biología Experimental, en el que introdujo los estudios de biometría, genética y genética poblacional vinculados a los estudios evolucionistas. Parece que sus estudios poblacionales estuvieron determinados en cierta medida por la lectura de la obra de Reginald G. Punnett *Mimicry in Butterflies* (Mimetismo en las mariposas), publicada en 1915, en la que se hacía un estudio del mimetismo como fenómeno evolucionista y se calculaba el número de generaciones requeridas para la modificación de la frecuencia génica de un factor mendeliano con diferentes intensi-

dades de selección. En los años veinte Chetvérikov y sus discípulos, entre los que se encontraban Timoféev-Ressovsky, Dubinin, Astáurov y Romáshov, intentaron conjugar los nuevos problemas de la genética y la teoría evolutiva con el mismo material que habían utilizado en Occidente, la mosca *Drosophila*, esta vez de los alrededores de Moscú, que presentaba además poblaciones altamente heterocigóticas con una gran variabilidad. Tras múltiples investigaciones, Chetvérikov llegó a la conclusión de que la selección natural no modificaba el gen pero podía alterar su modo de acción. Estableció que todo carácter depende genotípicamente de la estructura total del genotipo y de su reacción frente a determinados influjos internos (medio genotípico); algo que intentaron demostrar Dubinin y Romáshov con el estudio de la variabilidad genética en poblaciones libres de *Drosophila* del Cáucaso, Rusia central y Moscú, llegando a la conclusión de que había una gran variabilidad de alelos y genomas en las poblaciones naturales.

La segunda figura de la escuela rusa de genética con trascendencia internacional fue el botánico y especialista en fitotecnia Nikolái I. Vavílov (1887-1943), profesor de la Universidad de Sarátov, formado en agronomía en Moscú, que posteriormente viajó por diferentes países europeos, siendo muy influenciado por Bateson. Hacia 1920 desarrolló su *teoría de las series homólogas*, según la cual las modificaciones hereditarias de poblaciones y subespecies de una misma especie forman series paralelas de caracteres de tipo regular, lo que implica la existencia de mutaciones paralelas en grupos vecinos de parentesco. Asimismo estableció, siguiendo las ideas de Darwin y tras numerosas expediciones científicas a África, Asia y América del Sur, los centros de origen génico de las plantas cultivadas. En general mantuvo una posición teórica dentro de la nueva síntesis del darwinismo y el mendelismo, lo que finalmente le enfrentó a partir de 1937 con la corriente dominante lamarckista dirigida por Lysenko y fue desterrado a Sarátov, donde murió.

10
DE LA SÍNTESIS MODERNA AL DESCUBRIMIENTO DEL ADN

Edward J. Larson cita un ejemplo muy ilustrativo en su libro sobre la evolución para entender en qué estado se encontraba la biología evolucionista a principios del siglo XX y cómo surgió la nueva genética de poblaciones que condujo a la llamada síntesis moderna. El naturalista J.W. Tutt había observado que la polilla del abedul (*Biston betularia*), que normalmente aparecía con un fenotipo particular, blanca con motas negras en el dorso y las alas, se encontraba en Manchester, por entonces lleno de hollín de las fábricas y hornos, mayoritariamente como especímenes negros; algo que solo sucedía en ciudades industriales. En las zonas rurales se encontraba la polilla del abedul moteada de forma mayoritaria. Larson comenta que mientras el propio Tutt creía que esto era una demostración de evolución activa, los lamarckianos atribuían el cambio de color a propiedades adquiridas por el cambio en el medio, los teístas veían en este fenómeno la mano divina, los mutacionistas lo consideraban producto de una mutación seleccionada, los expertos en biometría pensaban que se trataba de un producto de la selección natural de variaciones continuas en la población de polillas de abedul, etc. No había consenso entre los biólogos sobre el mecanismo evolutivo.

En 1924 el catedrático de genética y luego de biometría del University College en Londres, John B.S. Haldane (1892-1964) inició una serie de publicaciones basándose en los datos sobre la polilla de abedul conseguidos por Tutt relacionando la biometría con el mendelismo, observando los cambios genéticos en las poblaciones, como años antes había planteado G. Udny Yule. Haldane

intentó desarrollar una teoría matemática de la selección usando los datos sobre la polilla de abedul, en su libro *A Mathematical Theory of Natural and Artificial Selection* (1924-1932), demostrando que la selección de una variedad genética, como el color negro, podía desembocar en un cambio evolutivo siempre que el medio favoreciera dicha variante. El cambio producido en Manchester desde 1848, año en el que solo 1% de las polillas eran negras, hasta 1898, en el que el porcentaje llegó a 99, solo exigía que la supervivencia de las polillas negras fuera 50% más alta que la de las polillas moteadas, lo que era muy probable dado el cambio producido en la ciudad por causa de la industrialización. Si se intentase la explicación del cambio por mutaciones individuales sin selección, una de cada cinco polillas debería mutar del aspecto moteado al color negro, lo cual era prácticamente imposible. Su trabajo culminó con la publicación en 1932 de su obra *The Causes of Evolution* (Las causas de la evolución), en la que hacía converger los principios mendelianos con la teoría seleccionista de Darwin para explicar la evolución. El renacimiento darwinista se producía al reconocer que la variación continua en pequeña escala también podía tener una base mendeliana y además las presiones selectivas mínimas, ejercidas de manera acumulativa sobre esas variaciones menores, podía explicar la evolución. Aun siendo uno de los padres fundadores de la nueva síntesis y la genética de poblaciones, Haldane mantuvo dudas sobre la posible ortogénesis en algunos fenómenos y conservó en su pensamiento un cierto degeneracionismo para explicar la extinción de especies. De cualquier forma, su autosatisfacción científica es sorprendentemente positiva, ya que consideraba que podía escribir "de la selección natural con autoridad porque soy una de las tres personas que mejor conocen su teoría matemática".

Un intento similar fue desarrollado también por el británico Ronald A. Fisher (1890-1962), quien recorrió un curioso camino entre la eugenesia galtoniana y la biología cuantitativa aplicada a la evolución, que publicó en 1930 en su obra *The Genetical Theory of*

Natural Selection (Teoría genética de la selección natural), demostrando que el proceso de selección natural darwinista actuando sobre una población grande y variada desde el punto de vista genético favorecería la difusión de genes beneficiosos. Su seleccionismo aparece claramente en esta cita de su obra:

> El grupo entero de teorías que atribuye a hipotéticos mecanismos fisiológicos, controladores de la ocurrencia de mutaciones, el poder dirigir el curso de la evolución debe desestimarse una vez que se abandona la teoría de herencia con mezcla. La única superviviente es la Selección Natural.

Fisher logra descartar tanto el lamarckismo, ya que la herencia blanda es incompatible con la mecánica mendeliana, como el saltacionismo (teoría que sostiene que la evolución se produce por cambios bruscos), que falla al considerar la variación en pequeña escala con base mendeliana y efectividad evolutiva, y la ortogénesis (hipótesis según la cual los organismos tienden a evolucionar de forma unilineal debido a una "fuerza directriz", interna o externa), que requiere una elevada tasa de mutación que no existe en la naturaleza.

Respecto a su pensamiento eugenésico hay que señalar que Fisher creía que el ascenso social entre hombres y mujeres por superioridad intelectual o moral, sobre todo ingleses, conducía inevitablemente hacia la infertilidad. Por tanto esta supuesta clase superior se verá ahogada por la mayor fecundidad de las clases sociales consideradas por él como inferiores, por lo que animaba a promover el ascenso social de miembros bien dotados intelectualmente y altamente fecundos para rejuvenecer a las clases altas. Sin duda una teoría galtoniana desarrollada con el apoyo del nuevo darwinismo que, vista desde hoy y tras los desastres de los años treinta en Alemania, resulta algo inquietante.

El tercer autor considerado como uno de los padres fundadores de la genética de poblaciones es Sewall Wright (1889-1988),

que había realizado estudios sobre la transmisión hereditaria de color en las cobayas y pensaba que la interacción de los factores hereditarios en las poblaciones era más importante que la modificación de un único gen. Además utilizó la regla de equilibrio de la frecuencia de los genotipos en una población mendeliana y desarrolló una teoría general sobre los coeficientes de la herencia, descubriendo que para la modificación progresiva de las poblaciones lo esencial era la combinación de endogamia, cruzamiento y selección. Wright centró sus investigaciones en poblaciones pequeñas y restringidas genéticamente. Publicó en 1931 su obra *Evolution in Mendelian Populations* (La evolución en poblaciones mendelianas) en la que dio a conocer su teoría sobre la función de la "deriva genética" y la selección dentro de y entre poblaciones como factores de un mecanismo evolutivo en el que las frecuencias alélicas de una población cambiaban a lo largo de varias generaciones debido al azar, siendo sus efectos muy fuertes en poblaciones de poco tamaño.

Además propuso en 1932 su metáfora conocida como "paisaje de adaptación" para intentar explicar la evolución huyendo de los complejos modelos matemáticos propuestos por los primeros genetistas de poblaciones. Sewall Wright presentaba un modelo como si fuera un paisaje con colinas y valles, en el que cada punto de la superficie representaba un tipo posible de población, de manera que los tipos similares se encontrasen cercanos entre sí. Además, la elevación de cada punto de la superficie en este paisaje reflejaría su aptitud adaptativa en el sentido darwinista, siendo mayor la altura cuanto mayor fuera la adecuación. Aplicando su modelo a poblaciones pequeñas y con una intensa procreación endogámica, Wright pudo comprobar que se fomentarían las interacciones genéticas que harían aflorar caracteres recesivos, produciéndose lo que él llamó "deriva genética", que actuaría en un equilibrio fluctuante con la selección natural para llegar a generar nuevas especies, algo que ya habían comprobado empíricamente los naturalistas de campo.

NADA TIENE SENTIDO EN BIOLOGÍA EXCEPTO BAJO EL PRISMA DE LA EVOLUCIÓN

Las ideas de Sewall Wright influyeron notablemente en un biólogo ruso emigrado a Estados Unidos, Theodosius Dobzhansky (1900-1975). Había estudiado ciencias naturales en la Universidad de Kiev, en la que desarrolló trabajos zoológicos y ecológicos, especialmente sobre coleópteros coccinélidos, para trasladarse posteriormente a la Universidad de Leningrado, en la que comenzó sus estudios sobre *Drosophila*, y finalmente marchar a Estados Unidos. Entre 1929 y 1940 trabajó como profesor de genética en el CalTech, donde desarrollaba su investigación Thomas Morgan con sus alumnos Bridges y Sturtevant, con quienes colaboró en estudios citológicos y genéticos. En aquellos días llegó a precisar que el aislamiento reproductivo era fundamental para la explicación del proceso de formación de las especies en los organismos con reproducción sexual, desarrolló una teoría sobre la evolución de las poblaciones naturales basada en el llamado "equilibrio fluctuante" de Wright y pudo realizar un mapa cromosómico citológico de *Drosophila melanogaster*.

Dobzhansky publicó en 1937 su obra fundamental *Genetics and the Origin of Species* (Genética y el origen de las especies) que armoniza y divulga los principios de la nueva teoría sintética de la evolución, ya que logra exponer los avances de la teoría evolutiva en los campos de la genética de laboratorio (citogenética, genética factorial y estudios de mutación), en la genética de poblaciones y la biometría, en las observaciones de campo en botánica, zoología y ecología, o en sistemática, apoyándose siempre en la teoría darwiniana de la selección natural. Como ha indicado Larson, el propio Dobzhansky fue consciente de la importancia de su libro para la divulgación de la teoría, admitiendo la prioridad de sus antecesores en la definición de la nueva síntesis evolucionista:

> La razón por la que el libro tuvo un cierto éxito fue, por extraño que pueda parecer, que se trataba de la primera obra general que presentaba lo que hoy día se llama *teoría sintética de la evolución*. Creo que las personas que contribuyeron en mayor medida fueron R.A. Fisher, Sewall Wright y J.B.S. Haldane; el predecesor de estos científicos fue Chetvérikov. Sin embargo, lo que mi libro hizo fue, en cierto modo, popularizar esta teoría.

Según Jahn, Dobzhansky realizó un diseño coherente de los procesos elementales de la evolución, desarrolló el concepto biológico de especie y explicó la esencia de la especiación, unificando además el darwinismo seleccionista clásico y la genética experimental. Por otra parte, el biólogo ruso logró demostrar que los fenómenos observables en los laboratorios eran prácticamente iguales en la naturaleza, llegando a afirmar en su *Genetics and the Origin of Species*:

> Ahora resulta obvio que las mutaciones genéticas y los cambios cromosómicos estructurales y numéricos son las principales fuentes de variación. Los estudios de estos fenómenos han estado necesariamente confinados principalmente al laboratorio y a organismos satisfactorios como material de experimentación. No obstante, no puede haber duda razonable de que los mismos agentes han suministrado los materiales para el proceso histórico real de la evolución. De ello da fe el hecho de que la diversidad orgánica existente en la naturaleza, las diferencias entre individuos, razas y especies, son resolubles experimentalmente en elementos génicos y cromosómicos que se parecen en todo a las mutaciones y cambios cromosómicos surgidos en el laboratorio.

Rosaura Ruiz y Francisco J. Ayala, este último colaborador del científico ruso-americano desde su llegada a Estados Unidos, destacan además el planteamiento de Dobzhansky respecto a la importancia del nivel poblacional en evolución, definiendo una pobla-

ción mendeliana como "una comunidad reproductiva de individuos que comparten un acervo genético común", algo así como un genotipo corporativo, que evidentemente está en función de la constitución genética de sus componentes. Estos mismos autores manifiestan que lo importante es la consideración de que las reglas que gobiernan la estructura genética de una población son distintas de las que rigen la genética individual. La evolución marca un cambio en la composición genética de las poblaciones en su interacción con el medio ambiente, a su vez en constante cambio, ya que la selección natural actúa constantemente sobre los organismos.

Asimismo hay que destacar sus aportaciones al concepto de especie biológica y los mecanismos de aislamiento. Además de los clásicos mecanismos de aislamiento geográfico en los procesos de especiación, Dobzhansky propuso una serie de mecanismos "fisiológicos de aislamiento" para explicar las causas que impiden el intercambio genético, lo que luego llamó Mayr "mecanismos de aislamiento reproductivo". Entre estos diferenció los precigóticos, los que evitan la fecundación y la formación de un cigoto, y los poscigóticos, los que una vez que se ha producido la fecundación impiden el pleno desarrollo embrionario y disminuyen o anulan su viabilidad. Así la especie biológica quedaría establecida como una etapa en la evolución: "La etapa del proceso evolutivo en el que un conjunto de individuos con entrecruzamiento real o potencial se segregan en dos o más conjuntos que quedan separados, pues están fisiológicamente impedidos para la reproducción."

Como indican Ruiz y Ayala, el otro tema de gran trascendencia en la obra de Dobzhansky es la evolución humana, especialmente a partir de su obra *Mankind Evolving: The Evolution of the Human Species* (Evolución humana) escrita en 1962, con un nuevo enfoque claramente influenciado por la síntesis de la genética y el darwinismo. Hay que destacar su consideración sobre la doble naturaleza humana, la biológica y la cultural, ambas interrelacionadas e imprescindibles para entender la evolución de la especie. Además, Dobzhansky tuvo una sensibilidad especial para abordar el tema de

la diversidad humana y las supuestas razas, algo que aparecerá de forma recurrente en sus libros *Heredity, Race, and Society* (*Herencia, raza y sociedad*) en 1946, y más tarde, en 1964, en *Heredity and the Nature of Man* (*Herencia y naturaleza del hombre*) y finalmente en *Genetic Diversity and Human Equality* (*Diversidad genética e igualdad humana*) escrito en 1973. La conclusión más general de sus tesis, comprobadas experimentalmente, es que hay más variación genética dentro de cualquier "raza" humana que entre distintas "razas", lo que destruye intelectualmente la segregación de algunas poblaciones por rasgos como el color de la piel, insignificante desde el punto de vista genético, y deja sin fundamento la desigualdad social basada en criterios supuestamente científicos, lo que él consideraba una "ciencia fraudulenta", un empeño similar al realizado por otros autores como Juan Comas y Luca Cavalli-Sforza.

Al comentar la obra de Dobzhansky en su libro *The Structure of Evolutionary Theory* (*La estructura de la teoría de la evolución)* (2002), Stephen Jay Gould defiende que, aunque se presente como seleccionista convencido, todavía da cierta importancia a la deriva genética como un modelo importante en el cambio evolutivo y admite que la selección natural no siempre controlaba el resultado de la dinámica evolutiva, ya que dependía del tamaño de las poblaciones, en las que había que evaluar los efectos de la deriva, la migración y el aislamiento. No todo cambio parecía adaptativo, aunque, según Gould, las posteriores ediciones de la obra de Dobzhansky le inclinaron cada vez más a aceptar el poder absoluto de la selección natural y la naturaleza adaptativa de la mayor parte del cambio evolutivo. Dos años antes de su muerte, Dobzhansky pronunció una conferencia, que luego se plasmó en un artículo, con el título que resumía su legado científico: "Nada tiene sentido en biología excepto bajo el prisma de la evolución."

Otra defensa del nuevo darwinismo procede de un hombre de apellido ilustre dentro de la historia del evolucionismo, Julian Huxley (1887-1975), nieto de Thomas, secretario de la Sociedad Zoológica de Londres y luego primer director general de la UNESCO,

quien publicó en Londres en 1942 su obra más conocida: *Evolution, the Modern Synthesis*.

Uno de los autores más influyentes en las nuevas teorías de la moderna síntesis evolutiva fue sin duda Ernst Mayr, artífice de la incorporación de la sistemática a la teoría evolutiva en su obra *Systematics and the Origin of Species* (*Sistemática y el origen de las especies*) publicada en 1942. Mayr contribuyó poderosamente a la aceptación de la gradualidad de la evolución y a la relativa importancia de la deriva genética, además de conseguir imponer la selección natural como mecanismo principal de la evolución en las dos fases evolutivas, la adaptación y la diversificación.

Asimismo hay que considerar otras aportaciones de Mayr a la teoría evolutiva como sus investigaciones y teorizaciones sobre la especiación. Su concepto de especie podría expresarse como "grupo de organismos con entrecruzamiento real o potencial que están aislados reproductivamente de otros grupos". El principio fundador de Mayr considera que una especie pasa por una fase de disminución muy rápida del tamaño efectivo de la población, y afirma que una nueva especie surge a partir de la invasión, por una pequeña parte de la población, de un nuevo territorio situado en la periferia de la distribución de la especie anterior, lo que supone que haya una escasa representación de la variabilidad genética de la población original, en un proceso conocido como especiación peripátrica.

Un autor que debemos consignar en este breve apartado de la síntesis moderna es George Gaylord Simpson, cuya obra más conocida es *Tempo and Mode in Evolution*, escrita en 1944, con el fin de armonizar lo microevolutivo y lo macroevolutivo desde la perspectiva paleontológica, es decir, la genética y la paleontología, siempre más escéptica en los temas de evolucionismo. Como otros autores de la moderna síntesis, aceptó que la variabilidad dentro de las poblaciones era determinante en las tasas evolutivas, el efecto considerable de algunas pequeñas mutaciones que pasan a formar parte de una especie de banco de variabilidad en el que están disponibles

para cuando sean necesarias por requerimientos de cambios ecológicos, el carácter creativo de la selección natural, el papel que puede tener la deriva genética atendiendo al tamaño de las poblaciones, y el papel del tiempo en la evolución, aunque con conceptos algo diferentes en asuntos como la especiación y el propio concepto de especie. Asimismo pensaba que las fallas en el registro fósil podían explicarse, tal como lo había hecho Darwin, por problemas en la fosilización y pocos hallazgos paleontológicos o por discontinuidades a tasas muy rápidas de evolución, algo que podríamos relacionar con el modelo de equilibrio puntuado que apareció después.

ALGUNAS CRÍTICAS Y ALTERNATIVAS AL MODELO GENERAL DE LA SÍNTESIS MODERNA

En este breve ensayo no podemos considerar todas las críticas que ha tenido el modelo oficial y progresivamente perfeccionado del evolucionismo basado en los nuevos conocimientos de genética, biología molecular y seleccionismo con base en la paleontología y la sistemática, pero sí nos acercaremos brevemente a algunas teorías o modelos con propuestas sugerentes para explicar la evolución al menos en algunos casos.

La teoría neutralista

En los años sesenta, con los avances de la biología molecular, se propuso que la diversidad molecular podría explicarse por el mantenimiento en las poblaciones de mutaciones "neutras", que ni mejoran ni empeoran al organismo. El genetista japonés Motoo Kimura fue quien planteó la primera propuesta de la teoría neutralista en 1968. Puede haber modificaciones por mutación en la secuencia de aminoácidos de una proteína, que no alteren, por ejemplo, su funcionalidad. Estas mutaciones neutras, que serían la

mayoría, convivirían con un número escaso de mutaciones de signo positivo, ya que las negativas serían eliminadas por selección natural. Esto daría un sustancial papel a la deriva genética frente a la selección natural en un nivel molecular, pues la frecuencia de determinados alelos estará determinada por el azar y esto puede explicar bien el mantenimiento en algunas poblaciones del polimorfismo proteico.

Kimura planteaba un cierto desafío a la clásica teoría darwiniana al considerar que la mayoría de los cambios evolutivos en el nivel molecular eran producto de la fijación aleatoria principalmente por deriva genética de mutantes selectivamente neutros con una inyección continuada de mutaciones. Aun así el propio Kimura pedía que su teoría neutralista se integrase en la teoría darwiniana de selección natural, a la que completaba. Consideraba el gran biólogo japonés que en todas las especies había una gran cantidad de cambio molecular que conducía a una mayor variabilidad, lo que podía adquirir una gran relevancia fenotípica si el entorno cambiaba y algunas moléculas neutras dejaban de serlo a efectos selectivos, completando así el esquema darwiniano, todo lo cual aparece en su libro *The Neutral Theory of Molecular Evolution: A Review of Recent Evidence*, publicado en 1983.

El equilibrio puntuado

La teoría conocida como del "equilibrio puntuado" apareció en la escena de los estudios evolucionistas en 1972 de la mano de dos científicos que luego adquirieron una gran relevancia, Niles Eldredge y Stephen Jay Gould, que publicaron un artículo provocador con el título "Punctuated equilibria: An alternative to phyletic gradualism". Como han indicado Vladimir Cachón y Ana Barahona, la nueva propuesta intentaba resolver las contradicciones existentes entre la investigación paleontológica y la síntesis moderna, especialmente con la tesis de especiación peripátrica de Ernst Mayr.

Eldredge y Gould consideraban que el gradualismo era exagerado y que la especiación se producía por una transformación acelerada de poblaciones periféricas. Asimismo habría largos periodos de estasis (situación en la que no se producen cambios evolutivos o son mínimos) entre los eventos de especiación, que aparecerían puntuados o interrumpidos por breves periodos de evolución rápida, lo que parecía corresponderse mejor con la observación y las reconstrucciones paleontológicas.

En definitiva, lo que estos autores pretendían era hacer comprensible el registro fósil, que desde los inicios de la teoría evolutiva se había considerado como una imperfecta colección de la presencia de algunas especies. Aunque hubo importantes estudios del propio Eldredge con un linaje de trilobites del Devónico y de Gould en gasterópodos del género *Cerion* y roedores del Oligoceno para validar la nueva teoría, la evidencia más importante llegó del Museo de Zoología Comparada de la Universidad de Harvard.

P.G. Williamson realizó un estudio con moluscos de la cuenca del lago Turkana, en el noreste de Kenia, en una secuencia de estratos correspondientes al Cenozoico tardío, que contenía fósiles muy bien representados pertenecientes a grupos taxonómicos muy heterogéneos y con representantes de linajes con especies vivas, lo que permitía hacer comparaciones con ellas. Williamson estudió especímenes correspondientes a 13 linajes diferentes. Vio que el patrón filogenético resultaba consistente con el previsto por el modelo del equilibrio puntuado: periodos muy largos de estasis morfológica en todos los linajes de moluscos estudiados en el lago Turkana aparecían puntuados por rápidos episodios de cambio fenotípico, en tanto que en ningún linaje se observaba una tendencia gradual de cambio morfológico.

Cinco años después de su primer artículo se produjo un cambio de posición entre los autores de la teoría del equilibrio puntuado, que podemos ver en el artículo de Gould de 1980 "Is a new and general theory of evolution emerging?", que supuso un paso hacia una segunda fase, en palabras de Michael Ruse, con una versión

más radical de la teoría. Para poder explicar su postulado macroevolutivo, propusieron que había una diferencia biológica fundamental entre los procesos que rigen la microevolución y los que rigen la especiación, ya que esta siempre debía ser muy rápida, debido a revoluciones genéticas. Se hacía una interpretación de una manera parecida a la de Richard Goldschmidt, ya que las mutaciones puntuales tendrían grandes efectos fenotípicos que llevarían al inmediato surgimiento de taxones de alto rango.

Como señalan Cachón y Barahona, "la especiación resultaba ser un fenómeno evolutivo causado por un proceso macroevolutivo propio, irreductible a los procesos de cambio microevolutivo que operan dentro del marco del medio ambiente y la constitución biológica de una especie". Se hace un énfasis especial en que el cambio fenotípico gradual estaba prácticamente ausente en la evolución de los linajes filéticos, y que los periodos de completa estasis fenotípica de las especies eran interrumpidos únicamente por eventos de especiación. Además disminuía la importancia de la adaptación y el papel de la selección natural, y se dejaba entrever que las macromutaciones podían provocar cambios relevantes en las especies en una o dos generaciones, lo que suponía colocarse frente a la síntesis moderna de una manera directa.

Además la teoría se fue complicando al considerar formas de evolución de especies atendiendo a los niveles jerárquicos, de manera que podemos encontrar fenómenos selectivos en algunos niveles que no podrían comprenderse con las categorías explicativas de niveles inferiores, lo que parecía entrar en confrontación directa con la síntesis moderna, aunque según Cachón y Barahona ha logrado sobrevivir como una teoría de rango medio, aplicable a casos particulares de la evolución. La conclusión es que en gran medida la teoría del equilibrio puntuado se ha incorporado con la asimilación de algunos de sus principios —incluso por el propio Mayr o por Dawkins—, como el concepto de estasis y el de evolución rápida, a la síntesis moderna perdiendo su connotación antidarwinista. Juan Moreno, en su revisión del evolucionismo en su libro *Los retos actuales del darwi-*

nismo, nos habla de una revolución fallida en los planteamientos puntuacionistas frente a las tesis darwinistas de la síntesis moderna.

La biología del desarrollo y la evolución. La corriente evo-devo

Aunque el modo de desarrollo embrionario fue muy importante para Darwin como evidencia de la evolución de las especies, con pruebas anatómicas como las homologías de Richard Owen y las embriológicas de Karl Ernst von Baer, que parecían apuntar a planes estructurales ancestrales, la realidad es que la embriología fue apartada casi totalmente en el modelo triunfante de la teoría sintética de la evolución durante mucho tiempo, al considerarse que se acercaba a un pensamiento tipológico esencialista muy distante de las ideas de Darwin y de la nueva teoría de la Síntesis Moderna, mucho más centrada en el enfoque evolutivo poblacional.

En cierta medida es el biólogo citado en el apartado anterior, Stephen Jay Gould, quien recupera la importancia de esta disciplina con la publicación en 1977 en la Universidad de Harvard de su importante obra *Ontogeny and Phylogeny*. Gould reivindicó los trabajos pioneros de Walter Garstang y Gavin de Beer para explicar el surgimiento de novedades evolutivas en muchos grupos animales. Además, fundamentado en investigaciones paleontológicas, comenzó Gould a insistir en el potencial de las heterocronías para explicar la aparición de esas novedades evolutivas y la necesidad del estudio de la biología del desarrollo para comprender la evolución, delimitando la microevolución y la macroevolución. Como ha explicado Laura Nuño de la Rosa, el término heterocronía hace referencia a las alteraciones en el ritmo de desarrollo que provocan cambios en la forma y el tamaño de los organismos. La heterocronía había sido introducida por Ernst Haeckel como una excepción a la teoría de la recapitulación. En general —sostenía el recapitulacionismo—, las secuencias de desarrollo embrionario (ontogenéticas) recapitulan

las transformaciones evolutivas (filogenéticas) de las especies, pero en ocasiones los organismos experimentan cambios (espaciales y temporales) durante su desarrollo que los alejan de sus ancestros.

Además, a finales de los años setenta, el descubrimiento de los genes homeóticos en *Drosophila* y los estudios en otras especies dan lugar a nuevas investigaciones que se preguntaban por la ubicación filogenética de muchas especies, lo que finalmente conduciría en los años noventa a la llamada corriente evo-devo. La evo-devo se planteaba dos grandes preguntas: cómo el desarrollo embrionario ha afectado a la evolución morfológica y cómo el desarrollo mismo ha evolucionado.

Se plantea la posibilidad de que estudiando los programas de desarrollo de distintos organismos se podían estudiar también los genes que han mutado en una especie para convertirse en dos y los programas que han conducido a una especie a convertirse en una diferente con otro plan de organización. Se descubre así que muchos de los genes que regulan el desarrollo en organismos muy dispares son muy similares; eso supone una conexión ancestral y que muchos genes antiguos, utilizados de diferente manera, pueden provocar la divergencia de los planes de organización corporal de los organismos.

Así por ejemplo, como señala María Noel Cortinas, se ha descubierto cómo la acción de un gen antiguo, *engrailed*, que en los anfioxos (cordados primitivos) y los vertebrados divide al organismo en segmentos específicos, aparece también en *Drosophila*, donde actúa en la formación de las bases de los segmentos del cuerpo de estas moscas. Esto echaba por tierra la idea de que en estos dos casos había una convergencia evolutiva entre vertebrados e invertebrados y explicaba que el programa genético de segmentación podía haberse originado una sola vez en el antepasado de ambos grupos zoológicos. Asimismo se llegó a demostrar en 1994 la antigua idea de Étienne Geoffroy-Saint Hilaire de organizaciones inversas en algunas especies, como la langosta o el ser humano, algo que en su momento produjo fuertes críticas y la ridiculización de su autor.

Eddy M. De Robertis e Y. Sasai descubrieron un gen en vertebrados, cordina, que ayudaba a establecer las células en un lado del embrión como dorsales y en el otro lado como ventrales. Asimismo se han recuperado las ideas de modularidad, según la cual los genes no responden a un único programa de desarrollo que llevaría a una multiplicación y diferenciación celular progresiva, sino que su expresión está organizada en módulos a lo largo de la existencia del individuo. También se han discutido de nuevo las ideas de homología y analogía, procedentes de las antiguas ideas de Buffon, Cuvier y Owen, para retomar las de Conrad H. Waddington sobre "homologías de procesos" enfrentadas a la idea de "homologías de estructura". Todavía queda mucho por resolver en la biología del desarrollo y su relación con la evolución, pero es necesaria la integración de la investigación en este campo en la teoría evolutiva. Como ha indicado Juan Moreno, las nuevas teorías de la variación facilitada de Marc Kirschner y John Gerhart y la de evolución reguladora de Sean B. Carroll aportan nuevas perspectivas para la teoría evolutiva de base darwiniana, en la que el gradualismo permanece con explicaciones más completas que las que ofrecían los genetistas de la Síntesis Moderna y el papel de la selección natural queda confirmado.

Margulis y la simbiogénesis

Un caso especial de crítica al neodarwinismo pero que también en gran medida queda incluida en la propia teoría evolutiva de la síntesis moderna más contemporánea es la teoría simbiogenética de Lynn Margulis, una de las biólogas evolutivas más originales del siglo XX (*Symbiosis in Cell Evolution*, 1981). El uso de las teorías de Konstantin Mereschkowski (1855-1921) sobre el origen de la célula eucariota como resultado de la simbiosis de varios tipos de células ha sido fundamental en su teoría, como lo fue en otros autores, como Cavalier-Smith, Maynard Smith y Szathmáry en los años ochenta y noventa, para explicar las ventajas selectivas para

los organismos simbiontes (seres vivos que tienen una relación de ayuda con otro organismo) en el uso de recursos respecto a las procariotas no simbiontes. Este grupo de autores pudieron observar que la célula eucariota (aquella que tiene citoplasma, membranas y un núcleo celular organizado con ADN en su interior) pudo surgir tras determinadas relaciones ecológicas como el comensalismo, el parasitismo o la depredación. Explicaban la aparición de mitocondrias (orgánulos celulares encargados de suministrar la mayor parte de la energía necesaria para la actividad celular) y cloroplastos (orgánulos que se encuentran en las células vegetales que contienen clorofila y se encargan de la fotosíntesis) como resultado de alguno de estos procesos en los que una célula hospedadora obtendría beneficios metabólicos claros de una parasitación bacteriana inicial, siempre favorecidos por la selección natural, para integrar a determinados organismos en unidades evolutivas superiores.

Lynn Margulis indica que la simbiogénesis explica la aparición de nuevos cuerpos, nuevos órganos y nuevas especies, llegando a decir que creía que "la mayor parte de la novedad evolutiva surgió y todavía surge directamente de la simbiosis". Sostiene que todos los organismos nucleados (protoctistas, plantas, hongos y animales) surgieron por simbiogénesis cuando las arqueobacterias se fusionaron con los antepasados del centriolo-cinetosoma, similares a las bacterias helicoidales conocidas como espiroquetas, durante la evolución del ancestro protoctista final, la célula con núcleo. Pero hasta el propio Mayr, que escribió el prólogo a unos de los libros de Margulis con su hijo Dorion Sagan (*Acquiring Genomes: A Theory of the Origins of Species*, 2002), se mostraba escéptico en la creencia de que la simbiogénesis estuviera en el trasfondo de la evolución de todas las especies, sugiriendo que la especiación y la simbiogénesis son dos procesos independientes sobrepuestos. Habría además que entender que la selección natural está detrás de todo el proceso de simbiogénesis puesto que se tiene que dar una relación simbiótica entre organismos y la integración de sus genomas si el producto

final es más eficiente evolutivamente. Sería, pues, la simbiogénesis, una nueva fuente de variación que habría que unir a la mutación o la recombinación genética de la teoría evolutiva, quizá uno de los mayores éxitos de la teoría de Margulis.

LA INVESTIGACIÓN SOBRE LA ESTRUCTURA DEL ADN

Algunos autores como R. Olby dan como uno de los inicios de la biología molecular los trabajos cristalográficos con rayos X realizados por R.O. Herzog y su grupo en el Instituto Kaiser-Wilhelm en Berlín desde los años veinte hasta su dispersión por la subida de los nazis al poder; además de los trabajos de los también alemanes Max von Laue, Walter Friedrich y Paul Knipping sobre difracción de rayos X. Parece más fácil encontrar esos principios en las investigaciones de Linus Pauling sobre la naturaleza de los enlaces químicos, con la introducción de conceptos como los de resonancia, hibridación y enlaces débiles mediante la incorporación de los enlaces por puente de hidrógeno, luego muy utilizados por el sabio John D. Bernal, y por Johannes Diderik van der Waals, así como con la extensión del concepto de enlace covalente desarrollado por el químico Gilbert Lewis. Como ha indicado Valpuesta, Pauling fue además el primero en introducir las fuerzas débiles para explicar la cohesión de las moléculas biológicas, alumbrando a dos "criaturas" científicas muy importantes: la estructura de hélice α y de lámina β.

Asimismo podemos hallar estos principios de la biología molecular en los trabajos de William Bragg y su hijo Lawrence, pioneros en el uso de la difracción de rayos X sobre las moléculas orgánicas cristalizadas para determinar su estructura, así como en los de William T. Astbury en la Universidad de Leeds, en cuyo laboratorio se analizó por primera vez la estructura molecular de una prueba de ADN enviada desde Estocolmo por medio de un difractograma. Astbury y Florence Bell propusieron un modelo para los cromosomas

y el propio ADN, una estructura helicoidal de una sola hebra con los nucleótidos dispuestos perpendicularmente al eje longitudinal de la hebra. Astbury añadió algunas hipótesis sobre la relación entre los ácidos nucleicos y las proteínas en su trabajo *Protein and Virus Studies in Relation to the Problem of the Gene* (1939).

Asimismo destacó otro científico del grupo de William Bragg ya nombrado, John D. Bernal, que en la Universidad de Cambridge desarrolló un interesante trabajo de investigación sobre proteínas que cristalizaban y especialmente vitaminas, contando además con la ayuda de la cristalógrafa Dorothy Hodgkin, más tarde Premio Nobel de Química en 1964 por la descripción de la estructura de varias moléculas como la penicilina o la vitamina B12. Con este grupo de Bragg y Bernal también colaboraron el químico austríaco Max F. Perutz, especialista en la estructura de la hemoglobina, y John Kendrew, quienes iniciaron su trabajo después de la segunda Guerra Mundial en el conocido Laboratorio de Biología Molecular (LMB) y al que se fueron incorporando figuras como Francis Crick, Hugh Huxley, James Watson, etc., que determinaron la estructura de numerosas proteínas.

Un salto interesante en el desarrollo de la biología molecular se dio en 1944, tanto por los trabajos de Oswald Avery, Colin McLeod y Maclyn McCarty, del Rockefeller Institute de Nueva York, con ADN, en sus estudios sobre la transformación química de tipos de neumococos, como por el estimulante trabajo del físico Erwin Schrödinger en su obra *What is Life? The Physical Aspect of the Living Cell*. El "físico ingenuo", como él mismo se calificaba de manera irónica, hizo algunas afirmaciones notables y tuvo otras ingeniosas intuiciones sobre la importancia del ADN y el posible cifrado de la información genética:

> Son estos cromosomas, o probablemente solo una fibra axial de lo que vemos bajo el microscopio como cromosoma, los que contienen en alguna forma de clave o texto cifrado el esquema completo de todo el desarrollo futuro del individuo y de su funciona-

> miento en estado maduro. Cada dotación completa de cromosomas contiene toda la clave.

Añadía a esto algo que resulta genial:

> Pero el término *clave*, o texto cifrado, es demasiado limitado. Las estructuras cromosómicas son al mismo tiempo los instrumentos que realizan el desarrollo que ellos mismos pronostican. Representan tanto el texto legal como el poder ejecutivo; para usar otra comparación, son a la vez los planos del arquitecto y la mano de obra del constructor.

A pesar de esta afirmación, todavía pensaba Schrödinger en una gran molécula de proteína, siguiendo los pasos según él de Haldane y Darlington, que más tarde definiría como un "sólido aperiódico".

Un año más tarde, el profesor de la Universidad de Stanford George W. Beadle, que llevaba unos años trabajando con Edward L. Tatum sobre el hongo *Neurospora*, formulaba la hipótesis de "un gen, una enzima", que señalaba que la síntesis proteínica en una célula era una reacción catalizada enzimáticamente y controlada por un solo gen. Pero hay una idea que prevalece, la gran información que puede encerrar el gen en una clave cifrada que todavía no era conocida para desarrollar un plan altamente complejo de desarrollo y los medios para hacerlo funcionar.

En 1950 el bioquímico austriaco Erwin Chargaff siguió con las investigaciones de Avery y sus colaboradores para comprender la estructura del ADN, que hasta entonces se consideraba como un posible tetranucleótido o un polímero compuesto de tetranucleótidos por las investigaciones de Albrecht Kossel, Phoebus Levene y A. Neumann, ya que Chargaff consideraba que esto no era posible para la estructura molecular que buscaban. En cualquier caso ya intuían que la base de la estructura buscada eran los nucleótidos (compuestos químicos orgánicos fundamentales de los ácidos

nucleicos, constituidos por una base nitrogenada, un azúcar y una molécula de ácido fosfórico). Así, indicó que las cuatro bases, guanina, citosina, timina y adenina podían estar ordenadas en un polinucleótido en una secuencia cualquiera, destacando además que en todos los ADN que habían estudiado, las proporciones molares del total de purinas respecto del total de pirimidinas, así como las de adenina respecto a la timina y de la guanina respecto a la citosina, eran igual a uno, lo que demostraba una regularidad sorprendente.

Estas experiencias e ideas de Chargaff, y otros trabajos especialmente procedentes de la virología, como los estudios sobre los fagos (virus que infectan bacterias constituidos por una cubierta proteica en cuyo interior está el ADN) liderados por Max Delbrück, Salvador Luria y Milislav Demerec, fueron importantes en la inspiración del famoso descubrimiento de James Watson y Francis Crick del modelo de la doble hélice de ADN. Como señala Valpuesta, la determinación de la estructura del ADN fue el triunfo del reduccionismo para entender los procesos biológicos y un ejemplo para demostrar cómo la estructura de una molécula determina alguna de sus funciones, en este caso la replicación del material hereditario. Además, desde un punto de vista sociológico es también un ejemplo de la competencia entre grupos científicos empeñados en un mismo objetivo, en este caso, el LMB de Cambridge, el de biofísica del King's College de Londres y el del CalTech de California, donde Pauling luchaba por presentar un modelo propio de ADN, una triple hélice con tres hebras de ADN con los grupos fosfato en el interior de la estructura, modelo que resultó erróneo.

En el King's College de Londres trabajaba el neozelandés Maurice Wilkins, tras haber hecho su tesis con John Randall en Birmingham, creador de varios departamentos de biofísica en Gran Bretaña. Wilkins, con el que colaboraba Raymond Gosling, tras recibir material purificado de ADN de la Universidad de Basilea, sometió el ADN hidratado a la difracción de rayos X para concluir en la posible estructura helicoidal del ADN. Al grupo se añadiría ense-

guida una importante cristalógrafa que llegaba de una estancia posdoctoral de París y fue contratada por Randall para trabajar en el laboratorio con la ayuda de Gosling. Es necesario mencionar la historia previa a la construcción del modelo definitivo de ADN por la importancia de la investigación de una mujer que luego quedó relegada en la historia del descubrimiento, Rosalind Franklin.

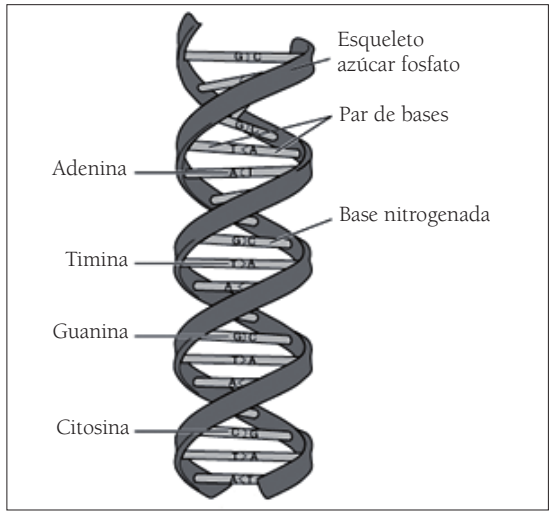
Rosalind Elsie Franklin nació en Londres el 25 de julio de 1920, hija de un banquero judío, obtuvo un título universitario, en física, química y matemáticas, en el Newnham College de la Universidad de Cambridge. Antes de investigar la posible estructura del ADN se especializó en la técnica de difracción de rayos X, que luego sirvió para obtener la famosa fotografía 51, que su colega Maurice Wilkins mostró a James Watson, que en esos momentos colaboraba con el británico Francis Crick. Este, que había estudiado Física en el University College de Londres, se dedicó a la biología en 1946 tras leer las propuestas de Schrödinger y escuchar una conferencia de Pauling. Logró entrar en el LMB para hacer una tesis doctoral sobre estudios con rayos X sobre polipéptidos y proteínas. Se asoció enseguida con un estudiante posdoctoral americano que llegó a Cambridge en 1951, James Watson, que había realizado su tesis doctoral con Salvador Luria en la Universidad de Indiana sobre las propiedades de los bacteriófagos inactivados mediante rayos X y más tarde estuvo en Copenhague estudiando el metabolismo de los ácidos nucleicos, hasta que conoció a Wilkins y tras varias peripecias terminó coincidiendo con Crick en el LMB y se empeñó en la determinación de la estructura del ADN.

Volviendo a la historia de Rosalind Franklin, hay que comentar que la foto 51, fundamental para que Watson y Crick formulasen el modelo de doble hélice en la estructura del ADN, la obtuvo Franklin utilizando la forma B del ADN, más hidratada que la forma A ya conocida. Watson llegó a declarar en su libro *La doble hélice* (1968) que una tarde a mediados de enero de 1953, Wilkins le había comentado los resultados de Rosalind Franklin y le había mostrado la famosa la foto sin conocimiento de ella. Asimismo, Watson y Crick

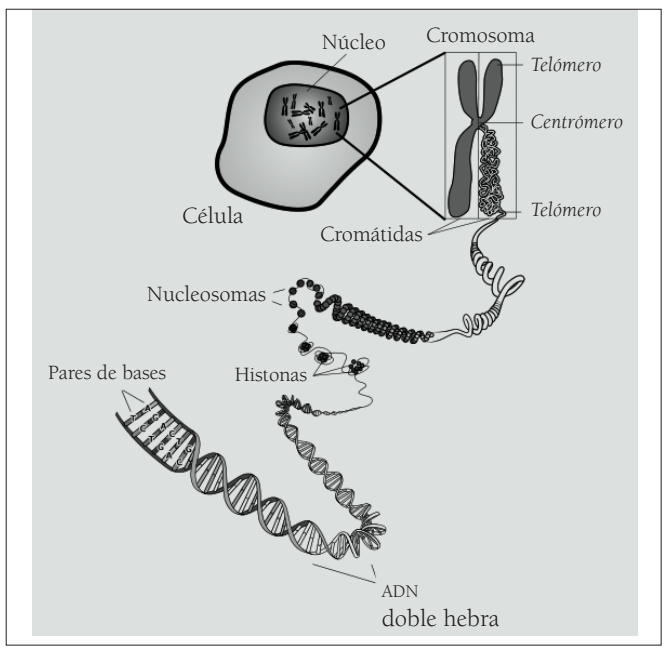
conocían un informe que Franklin había enviado para una evaluación, que el evaluador Max Perutz filtró indebidamente. En su informe concluía que en la estructura del ADN las bases se situaban hacia el interior, y en la foto 51 quedaba claro que la estructura era una doble hélice. Una situación extraña e injusta que hizo que Rosalind Franklin publicase su trabajo sobre la estructura del ADN solo ocupando el tercer lugar en el número de la revista *Nature* en 1953, en el que se publicaron a la vez la teoría de Watson y Crick, los resultados de Wilkins y los de ella misma. Su modestia le llevó a hacer una pequeña corrección en este trabajo que señalaba: "Así, nuestra idea general es coherente con el modelo propuesto por Watson y Crick."

En 1975 Ann Sayre publicó el libro *Rosalind Franklin and DNA*, reivindicando la figura de Franklin y criticando su marginación, consecuencia, según ella, del ambiente machista de las universidades inglesas y la falta de ética de algunos de sus colegas, algo que se ha reforzado con la publicación en el año 2002 del libro de Brenda Maddox *Rosalind Franklin: The Dark Lady of DNA*.

El artículo de Watson y Crick de 1953 en *Nature* llevaba por título "Molecular Structure of Nucleic Acids. A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid" (Estructura molecular de los ácidos nucleicos. Una estructura para el ácido desoxirribonucleico). Llegaba por fin la propuesta para la estructura del ADN, tras las primeras tentativas reconocidas por Watson y Crick, de Pauling y Corey, pero incorrectas según anuncian en este artículo, en el que proponían "una estructura con dos cadenas helicoidales cada una de ellas enrollada alrededor del mismo eje". Una característica de la estructura del ADN es que las dos cadenas se mantienen unidas por las bases purínicas y pirimidínicas, y los planos de estas bases son perpendiculares al eje de la estructura, uniéndose las bases por pares en los que una de las bases debe ser una purina y la otra una pirimidina para que se produzca el enlace. Y más exactamente encuentran que solo podían enlazarse determinados pares de bases: adenina con timina y guanina con citosina, como ya había intuido Chargaff.



Ácido desoxirribonucleico (ADN).



ADN en célula.

Watson y Crick completaron su modelo en un nuevo artículo en *Nature* un mes más tarde. Se proponía una estructura en dos cadenas enrolladas en torno a un eje que podría favorecer la autorreplicación y además podía guardar la información genética atendiendo a la secuencia de bases de cada cadena, que además era complementaria de la otra. Se presentaba por tanto en este modelo de ADN un par de matrices, cada una complementaria de la otra, que más tarde se romperían y separarían para servir de nuevo como matrices de nuevas cadenas, es decir, se resolvía en principio el misterio de la replicación genética.

Es bastante curioso que Watson y Crick indiquen en su artículo que los datos de rayos X publicados hasta entonces sobre el ácido desoxirribonucleico fueran insuficientes para poder establecer una rigurosa comprobación de la estructura propuesta para el ADN, aunque podrían verificarse con nuevos datos como los que aparecían en las comunicaciones siguientes publicadas en el mismo número de *Nature* (las de Wilkins y Franklin), de los que desconocían los resultados cuando idearon su estructura, algo que por lo que sabemos podría ser discutible, ya que se basaron en datos experimentales publicados y argumentos estereoquímicos. Solo al final del artículo reconocen explícitamente: "También hemos recibido un gran estímulo de los resultados experimentales no publicados y de las ideas del Dr. M.H.F. Wilkins y del Dr. [*sic*] R.E. Franklin y sus colaboradores del King's College de Londres."

Ambos recibieron el Premio Nobel de Fisiología y Medicina en 1962 compartido con Maurice Wilkins y la ausencia notable de Rosalind Franklin, que había fallecido tres años antes.

EL DESCIFRAMIENTO DEL CÓDIGO GENÉTICO

Como ya hemos visto, la idea de la posible existencia de una clave o código genético apareció en las famosas conferencias de Erwin Schrödinger editadas como un librito de título *¿Qué es la vida*?, pero

el siguiente paso llegó por el trabajo del físico ruso afincado en Estados Unidos George Gamow, quien tras leer el trabajo de Watson y Crick propuso un código, llamado entonces *código de diamante*, que publicó en 1954 en la revista *Nature*. Proponía que uno de los surcos de la doble hebra actuaba como molde en el que se guardaba la información sobre la secuencia de proteínas, añadiendo que la combinación de cuatro bases servía para codificar 20 aminoácidos. A pesar de la incorrección del modelo de Gamow, ya que se sabía que el ADN se encontraba en el núcleo pero la síntesis proteica se producía fuera de él, sus ideas influyeron en la búsqueda de modelos para el código genético y el propio Crick con su discípulo Sydney Brenner profundizó su estudio, en tanto que con su amigo Watson proponía una lista de los 20 aminoácidos relevantes.

Faltaba saber para completar un buen modelo cómo se producía el paso del cifrado en el ADN a la síntesis de proteínas, algo que realmente ya se había sugerido unos años antes de la propuesta de Watson y Crick. En un artículo publicado por dos científicos franceses en 1947, André Boivin y Roger Vendrely, se proponía que el ADN transmitía la información a un ácido ribonucleico (ARN) y este lo hacía a la proteína; una idea perfeccionada por Alexander Dounce en 1952, que sugería que el ARN podía hacer de molde en la síntesis de proteínas, de manera que la información lineal dispuesta en la secuencia nucleotídica se trasladaba a una secuencia lineal de aminoácidos.

Como indica José M. Valpuesta, un paso fundamental para el avance de la biología molecular se debió de nuevo a la gigante figura de Crick en dos artículos decisivos. En el primero, escrito para el RNA Tie Club (el Club de la corbata de ARN), del que formaban parte 20 científicos muy destacados (entre ellos el propio Crick, Watson, Chargaff, Edward Teller, Richard Feynman, etc.), sugería la *hipótesis del adaptador:*

> La principal idea es que es muy difícil considerar cómo el ADN o el ARN pueden actuar de molde para las cadenas laterales de los 20

> aminoácidos estándar. Tiene que haber algún tipo de estructura, con un patrón específico de grupos, que pueda formar enlaces de hidrógeno entre los dos tipos de moléculas. Por lo tanto, propongo una teoría por la cual deben existir veinte adaptadores (uno por cada aminoácido) junto con veinte enzimas específicas. El adaptador con su aminoácido se ajustaría específicamente a la molécula de ADN o ARN donde pudiera formar puentes de hidrógeno específicos. De esta manera se colocarían los aminoácidos adecuados en el lugar donde fueran necesitados.

Mucho mayor impacto tuvo el segundo trabajo de Francis Crick, "On protein synthesis" (Sobre la síntesis de proteínas), presentado en 1958 en una ponencia a la Sociedad de Biología Experimental sobre la Replicación Biológica de Macromoléculas, celebrado en el University College de Londres. Como ha señalado recientemente Matthew Cobb, la conferencia de Crick, conocida como la conferencia del "dogma central", fue donde presentó públicamente por primera vez este concepto frecuentemente incomprendido. Además, el contenido de la conferencia mostró las ideas de Crick sobre la naturaleza de la vida y la información genética, a la vez que hizo dos predicciones, que entonces impresionaron al genetista François Jacob y que todavía hoy nos sorprenden: que debe existir una pequeña molécula "adaptadora" (ahora conocida como ARNt) que podría llevar aminoácidos al sitio de síntesis de las proteínas, y que en el futuro los científicos podrían explorar fuentes evolutivas de información mediante la comparación de datos de secuencia.

Crick resolvió además un problema que había estado desconcertando a los científicos desde que Watson y él introdujeron el concepto de "información genética" en su segundo artículo en *Nature*. En la conferencia de 1957, Crick dio una explicación sencilla: la información era simplemente "la determinación de una secuencia de unidades". Existía un vínculo entre las secuencias de bases de los ácidos nucleicos y las de los aminoácidos en una proteína, lo

que apuntaba a la existencia real de un código genético. Esto permitió a Crick conceptualizar el vínculo entre el gen y la proteína, aunque se planteaba otro problema de carácter estructural, ya que las proteínas son estructuras tridimensionales mientras que una secuencia de ADN es unidimensional. Crick lanzó la idea de que la "hipótesis más probable" era que "el plegamiento es simplemente una función del orden de los aminoácidos", es decir que la estructura proteica tridimensional era una propiedad emergente de la secuencia unidimensional del ADN.

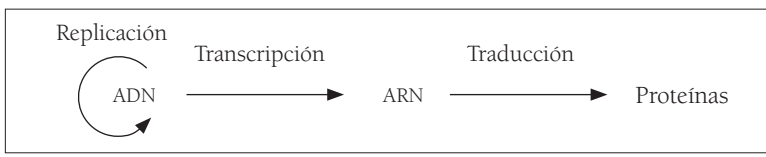
La más conocida de las afirmaciones hechas por Crick en su conferencia se relacionó con el flujo de información entre genes y proteínas. Ya había escrito en octubre de 1956 unas notas tituladas "Ideas sobre la síntesis de proteínas" de solo dos páginas. En este documento se podía leer: "El dogma central: una vez que la información ha entrado en una proteína, no puede volver a salir. La información significa aquí la secuencia de los residuos de aminoácidos u otras secuencias relacionadas con ella." Esta misma declaración se repitió varias veces en la conferencia de septiembre de 1957 y después apareció en un artículo científico sobre ácidos nucleicos, que Crick publicó en octubre de 1957. En las notas de Crick de 1956, esta definición del dogma central se explicaba en un diagrama que ilustraba su idea, como puede verse en la imagen que se conserva en la Biblioteca Wellcome de Londres, finalmente publicada en una versión ligeramente enmendada en 1970.

Como señala Cobb, para Crick existían claramente cuatro tipos de transferencia de información: ADN → ADN (replicación del ADN), ADN → ARN (el primer paso de síntesis de proteínas), ARN → proteína (el segundo paso de la síntesis de proteínas) y ARN → ARN (copia del virus del ARN). Hubo dos pasos para los cuales no había evidencia pero Crick pensó que eran posibles (de ahí las líneas de puntos en la figura): ADN → proteína (esto significaría que el ARN no estaba involucrado en la síntesis de proteínas) y ARN → ADN (estructuralmente posible, pero en ese momento no había ninguna función biológica perceptible).

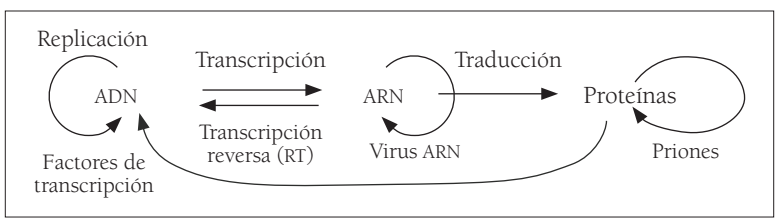
Igualmente llamativos fueron los tres flujos de información que Crick consideró imposibles ante la falta de evidencia y de mecanismo bioquímico. Estos fueron proteína → proteína, proteína → ARN y, sobre todo, proteína → ADN. A esto se refería Crick cuando dijo que una vez que la información había pasado del ADN a la proteína, no podía salir de la proteína y volver al código genético. Este era el dogma central.

Una interesante predicción sobre las posibilidades de estudios filogenéticos fue también lanzada por Crick en esta famosa conferencia:

> Los biólogos deberían darse cuenta de que dentro de poco tendremos un tema que podría llamarse "taxonomía proteínica": el estudio de las secuencias de aminoácidos de las proteínas de un organismo y la comparación de ellas entre las especies. Se puede argumentar que estas secuencias son la expresión más delicada posible del fenotipo de un organismo y que grandes cantidades de información evolutiva pueden esconderse dentro de ellas.



Primer esbozo de Crick del "dogma central", de una nota inédita hecha en 1956. Biblioteca Wellcome, Londres.



Dogma de la biología molecular "actual".

Resumiendo la propuesta de Crick y su dogma central, la información genética se almacena codificada en la secuencia de nucleótidos del ADN, exclusiva para cada gen y en la que es muy relevante el orden de las bases. Esa misma información puede copiarse en otra hebra de ADN en el proceso que se ha llamado replicación, puede transferirse a una secuencia de ácido ribonucleico en el proceso denominado transcripción, y finalmente pasar a la secuencia de aminoácidos que forman una determinada proteína en el proceso de traducción. Estas propuestas de Crick se fueron confirmando poco a poco por la biología molecular de forma experimental, aunque hubo alguna excepción al modelo como el hallazgo en 1982 por Stanley Prusiner de los denominados *priones*, proteínas portadoras de información que eran causantes de diversas enfermedades neurodegenerativas.

En 1957 Paul Zamecnik y su grupo en la Universidad de Harvard descubrieron el adaptador de Crick que terminó llamándose ARN de transferencia (ARNt), confirmado en 1963 por François Chapeville, quien además vio que la especificidad de la información se encontraba en el ARN que procedía del ADN, y era el que dirigía la secuencia de la síntesis de proteínas. Además pudo determinarse por procedimientos cristalográficos la estructura de estos ARNt en los años setenta por diversos grupos del MIT y de Cambridge.

Respecto al llamado ARN mensajero (ARNm), se sabía desde hacía tiempo que aparecía abundantemente un ARN en el citoplasma celular y se vio después que su cantidad aumentaba al incrementar la cantidad de proteínas sintetizada en la célula. Primero se discutió mucho sobre el papel de un ARN que aparecía asociado a unas partículas llamadas ribosomas que se ligaban a la síntesis proteica, pero que no tenían los caracteres previstos por Crick para su posible papel como mensajero, como vieron experimentalmente Elliot Volkin y Lazarus Astrachan. Solo tras los experimentos de Arthur Pardee, François Jacob y Jacques Monod, y después de la verificación de Crick y Sydney Brenner, se demostró la existencia de un ARNm que transmitía la información del ADN del núcleo celular has-

ta los ribosomas del citoplasma, algo también descubierto simultáneamente por el grupo de James Watson en Harvard, mientras que el ya conocido como ARN ribosómico se implicaba únicamente en la síntesis proteica. En este contexto resultó fundamental la publicación en 1961 del artículo de Jacob y Monod, "Genetic Regulatory Mechanism in the Synthesis of Proteins" en el *Journal of Molecular Biology*, en el que se dio a conocer el descubrimiento de la regulación genética: cómo los genes se activan y desactivan para controlar la síntesis de proteínas gracias a los operones.

Hubo otros experimentos que apuntalaron el modelo de Watson y Crick, como los de Seymour Benzer, que entre 1953 y 1961 logró demostrar que el gen no era la unidad discreta de información sino que esta unidad era el nucleótido, lo que dio lugar al concepto molecular del gen. Asimismo, otros experimentos de Crick y Brenner demostraron varias cosas: que el código genético no podía ser solapante como había propuesto Gamow, que no tenía comas o pausas; se confirmó que la unidad de información genética era el triplete de bases, tal como pensaba Crick y pudo confirmar con Leslie Barnett en 1961, y finalmente se demostró en 1963 la colinealidad entre la información almacenada en la secuencia nucleotídica y la secuencia de aminoácidos por Charles Yanofsky y su grupo en la Universidad de Stanford. Faltaba descifrar el código genético para ver qué tripletes codificaban determinados aminoácidos, así como ver el mecanismo por el que el ribosoma sabía cuándo comenzaba y terminaba la lectura sobre el ARNm.

Se ha comentado que hubo dos factores cruciales para el desciframiento del código genético: el desarrollo de sistemas de expresión de proteínas libres de ADN, conseguido en gran parte por el grupo de Paul Zamecnik, y el descubrimiento de una enzima, la polinucleótido fosforilasa, hallada por Marianne Grunberg-Manago en el laboratorio dirigido por Severo Ochoa. Esta enzima fue utilizada por Marshall Nirenberg y Heinrich Matthaei para conseguir el primer avance significativo para descifrar el código genético, ya que demostró, como indicó poco después Francis Crick, que se podía

añadir un ARN artificial, un mensajero artificial, a un sistema libre de ácidos nucleicos, y sintetizar proteínas. Demostraba en primer lugar que el triplete UUU codificaba la fenilalanina, lo que abrió la puerta a los experimentos del grupo de Severo Ochoa, el propio Nirenberg y Gobind Khorana, que lograron ver que el código era "degenerado", es decir que varios tripletes codificaban un mismo aminoácido, y finalmente el desciframiento del ansiado código genético, así como aspectos más particulares como los codones que marcaban el inicio y la finalización de la traducción; que los 20 aminoácidos eran codificados por 61 codones y el funcionamiento real de los ribosomas. También fue alumno de Severo Ochoa en Nueva York otro personaje fundamental en el desarrollo de la biología molecular, Arthur Kornberg, quien asumió el estudio de la síntesis del ADN en la Universidad de Stanford, con la caracterización de otra enzima importante, la ADN polimerasa, además de los posteriores trabajos de John Cairns, quien demostró que la replicación del ADN se producía de forma continua y simétrica en las dos hebras, y de Reiji Okazaki, quien descubrió en la Universidad de Nagoya que la replicación del ADN en la otra hebra se producía por acción de la ADN polimerasa en su dirección normal pero discontinua, generando unos fragmentos, llamados luego de Okazaki, que posteriormente eran ligados por una ADN ligasa.

Otros pasos importantes en estos años fueron la hipótesis del *operón* propuesta por Jacob y Monod, ya citada, con importantes sugerencias del físico húngaro Leó Szilard, según la cual había genes reguladores que controlaban a los genes estructurales mediante un doble mecanismo de control de carácter negativo; de forma que los genes estructurales dejaban de expresarse cuando estaban reprimidos por los genes reguladores, en tanto que sí se expresaban cuando el gen represor era a su vez reprimido. La confirmación de la hipótesis se produjo gracias a los trabajos sobre el represor y el operador de Walter Gilbert y Mark Ptashne en la Universidad de Harvard, con la supervisión de Watson, siempre omnipresente al igual que Crick. Asimismo estas investigaciones se completaron

con las de la genetista Barbara McClintock, quien descubrió que había genes que aparentemente saltaban dentro del cromosoma, los llamados *transposones*, de gran interés para la comprensión de algunos fenómenos evolutivos.

Se abría un nuevo campo de investigación, la ingeniería genética, que con nuevas técnicas encontraría nuevos espacios para el desarrollo de la biología molecular. Pero este es un campo que ahora se escapa de nuestro alcance en un libro dedicado a sintetizar la historia del evolucionismo, aunque hay que destacar los estudios sobre el genoma humano entre los años noventa y 2016 para completar la secuencia genética en los humanos, con muchas posibilidades médicas, así como los nuevos estudios de ADN antiguo desarrollados en los trabajos paleoantropológicos, especialmente por el biólogo sueco Svante Pääbo y sus colaboradores, para la investigación de los grupos humanos desaparecidos, como los denisovanos o los neandertales.

11
UN APUNTE FINAL: EL NUEVO REGISTRO FÓSIL DE LA HUMANIDAD Y EL EVOLUCIONISMO

Durante el primer tercio del siglo XX el escenario en que se desarrolló la evolución humana estuvo marcado por importantes hallazgos de fósiles, que establecieron una compleja situación en esta disciplina. Así, en 1907 tuvo lugar el hallazgo de una mandíbula humana de gran antigüedad en Mauer (Heidelberg). Al año siguiente unos clérigos franceses descubrieron el esqueleto neandertal de La Chapelle-aux-Saints. Los materiales de partida fueron unos restos óseos fósiles hallados en 1908 por J. y A. Bouyssonie y L. Bardon que fueron estudiados por Marcellin Boule, paleontólogo del Muséum national d'Histoire naturelle en su trabajo *L'homme fossile de La Chapelle-aux-Saints*, publicado en los *Annales de Paléontologie*. En su diagnosis del tipo humano fósil de neandertal, y en cuanto a sus características físicas, Boule se refirió, entre otras, a que la "columna vertebral y los huesos de los miembros presentaban numerosos caracteres pitecoides y denotaban una posición bípeda o vertical menos perfecta que en los hombres actuales". Además, Boule relacionaba el tipo fósil neandertal con los humanos actuales, por si se pudiese emparentar con alguno de los grupos étnicos reconocidos por los antropólogos. Es muy conocida la comparación del esqueleto del hombre de La Chapelle-aux-Saints con el de un aborigen australiano, dos imágenes que Boule representó en su trabajo para demostrar que el tipo humano fósil de neandertal, que había habitado en Europa durante el Pleistoceno, era muy diferente de los tipos humanos actuales, incluso de los considerados más primitivos.

Boule realizó una descripción anatómica del esqueleto muy controvertida, que terminaría recibiendo muchas críticas. Partien-

do de sus preconcepciones, describió exageradamente al hombre de neandertal como un tipo simiesco y grotesco que caminaba con dificultad con las rodillas flexionadas, determinando así su expulsión de la línea genealógica que conducía al *Homo sapiens*.

El rechazo del "hombre de Neandertal" se enmarcó en una perspectiva paleoantropológica que tendía a considerar el desarrollo del cerebro como la primera fase del proceso que había llevado a la aparición de la humanidad. El surgimiento de esta orientación, que dominó y controló el desarrollo de la paleontología humana durante varias décadas, tuvo lugar en 1912, tras la presentación de los restos fósiles del fraude científico que, hasta el momento, más tiempo ha tardado en descubrirse, ya que tuvieron que pasar cuarenta años para que en 1953 oficialmente se reconociera que lo que se había proclamado como primer inglés, el *Eoanthropus dawsoni* de Piltdown, no era otra cosa que el fruto de un engaño, ya que en realidad estaba formado por el cráneo de un humano moderno y la mandíbula de un orangután, como ha relatado Frank Spencer.

La tradición paleoantropológica británica que, basándose en la gran capacidad craneana del *Eoanthropus* atribuía una gran antigüedad a la época en que un "pre*sapiens*" de gran cerebro se desgajó del tronco común que compartía con los monos, fue asumida por paleontólogos como el norteamericano Henry F. Osborn. En este sentido, durante la década de los años veinte, Osborn se opuso a la hipótesis del ancestro hombre-mono, considerada como la ortodoxia darwinista que defendía su colega William K. Gregory, con el que mantuvo una intensa polémica científica. Osborn sostuvo la existencia en el pasado de un proto-humano y un posterior *Dawn Man*, el primer hombre, que habría precedido la aparición del antepasado del hombre. Desde su posición en el *American Museum of Natural History*, Osborn patrocinó y participó en las expediciones que partieron hacia las llanuras del Asia Central y el desierto de Gobi en busca del eslabón perdido. Pero, a pesar de los descubrimientos en los años veinte y treinta en China del *Sinanthropus* y en

Indonesia del *Pithecanthropus*, Asia era solo una de las posibles cunas de la humanidad, cuestión que originó un extenso debate a lo largo de los siglos XIX y XX.

El propio Darwin, al referirse al lugar de aparición de la humanidad y su antigüedad sobre la Tierra, había dicho que su origen no debía buscarse en Australia o en alguna isla cercana, sino en África. Pero apelando a datos etnográficos, antropológicos, paleontológicos, etc., todos los continentes fueron postulados como posible espacio donde había aparecido el ser humano. Se propusieron lugares como la Patagonia, Siberia, Australia, India, el Polo Norte, el Polo Sur, las llanuras al norte del Himalaya, África, Europa, el antiguo continente sumergido de Lemuria, etc., a los que habría que añadir las propuestas poligenistas, que defendían la existencia de muchas cunas, y la teoría de la hologénesis, según la cual la humanidad habría aparecido simultáneamente en todo el globo terráqueo. Prácticamente hasta los importantes descubrimientos de restos fósiles de homínidos en África a partir de 1959, no se alcanzó un consenso entre los especialistas para considerar a este continente como la cuna de la humanidad.

A pesar de todo, lo peor no fue la falta de consenso respecto a la cuna de la humanidad, sino que durante estas décadas la aceptación del "hombre de Piltdown" como ancestro de los humanos modernos condicionó la aceptación de los nuevos hallazgos, como el del *Australopithecus africanus*, en un individuo infantil de unos seis años, descubierto en una cantera en Taung, Sudáfrica, en 1924 por Raymond Dart, sin asociación con alguna industria lítica, con una capacidad craneana de 500 cm^3 y con una posición del agujero occipital que señalaba la bipedación. En un principio, y aunque nuevos fósiles de este género fueron hallados posteriormente, también en Sudáfrica, por Robert Broom en Sterkfontein en 1936, este homínido no fue aceptado como tal entre la mayoría de los especialistas hasta finales de la década de los cuarenta. El *Australopithecus* fue rechazado como antepasado de la especie humana ya que su cráneo pequeño e infantil, su incierta antigüedad y su proceden-

cia africana, no entraba en el esquema de la evolución humana defendido por las principales autoridades y expertos en paleoantropología de su época, Arthur Smith Woodward, Grafton Elliot Smith y Arthur Keith, que no eran otros que los científicos británicos defensores del hallazgo de Piltdown. El descubrimiento de Dart solo fue reconocido tras desvelarse el fraude de Piltdown, cuando además se estimó que su antigüedad podía ser de unos tres millones de años.

En la década de los años treinta tuvieron lugar los descubrimientos de fósiles de homínidos en Sterkfontein y Kromdraai (Sudáfrica), y en Sangiran (Java). En 1936 se realizaron en Java numerosos hallazgos de restos de fósiles de *Pithecanthropus*, mientras que en China, en Chou-Kou-Tien o, como se dice actualmente, Zhoukoudian, a partir de 1930, se habían efectuado nuevos descubrimientos de ejemplares de *Sinanthropus*. Estos restos fósiles, que fueron estudiados por R. von Koenigswald y Franz Weidenreich, mostraron por detalles de su dentición su cercanía al tipo humano, aunque el resto de características del cráneo eran típicas de simios.

Los hallazgos de homínidos africanos en 1947 y años posteriores, en Sterkfontein, Makapansgat y Swartkrans pusieron de relieve su parentesco con los humanos. En este apartado hay que incluir nuevas aportaciones africanas, como el descubrimiento del fragmento de mandíbula inferior de un homínido gigante, *Paranthropus crassidens*, por Broom en Swarkrans y la mandíbula del *Australopithecus prometheus* que Dart había encontrado en Makapansgat. Pero estos nuevos vestigios de formas fósiles humanas halladas en África no eran suficientes para otorgarle el título de cuna de la humanidad, pero sí al menos para pensar que este continente no solo había sido en el pasado un mero centro receptor de actividades y creaciones asiáticas, sino que había creado elementos culturales de importancia.

En 1950 tuvo lugar el Symposium Cold Spring Harbor sobre Biología Cuantitativa, en el que Ernst Mayr, uno de los biólogos que

contribuiría decisivamente a la síntesis moderna de la teoría de la evolución, propuso integrar todos los grupos humanos dentro de un solo género, *Homo* (*H. transvaalensis* para los australopitecos, *H. erectus* para los pitecantrópidos, *H. neanderthalensis* para los neandertales y *H. sapiens* para el hombre actual). Ese mismo año la UNESCO proclamó que todos los seres humanos vivos pertenecen a una única especie.

En noviembre de 1959 aparece la noticia del descubrimiento de Louis S.B. Leakey en Olduvai, Tanzania, del *Zinjanthropus*. El cráneo que halló su mujer, Mary Leakey, en el FLK Nivel 1 de Olduvai en la excavación de 1959, era extraordinario por sus facciones simiescas. La llegada de la estación de lluvias tropicales había levantado la punta de la capa sedimentaria que ocultaba desde hacía más de un millón y medio de años el cráneo de un ser extraño, mitad humano y con rasgos de gorila. Se trataba de un ser netamente humano, por la base del cráneo, que permitía atribuirle postura erguida y por los dientes anteriores, extraordinariamente pequeños, como los de los australopitecos, y con una antigüedad calculada entre un millón y 2.2 millones de años. Fue descrito por primera vez como *Zinjanthropus*, pero aunque no fuera un género nuevo, sí era una nueva especie de australopiteco, *Australopithecus (Paranthropus) boisei*, denominación puesta por Leakey en honor de Charles Boisei, mecenas de la fundación que había patrocinado las excavaciones. En 1960, tras hallarse una tibia y un peroné humano en el mismo nivel del *Zinjanthropus*, un poco más abajo, en el mismo lugar, aparecieron al excavar restos óseos de un ejemplar infantil, el *Praezinjanthropus*. Leakey vio que los fósiles presentaban caracteres nuevos que los distinguían de los australopitecos y los asemejaban a los humanos. Tres años después nuevos fósiles de homínidos se hallaron en Olduvai, publicándose al año siguiente estudios morfológicos de estos restos, que terminarían siendo adjudicados al *Homo habilis*, primer fabricante de instrumentos, como se ha visto en el yacimiento del valle del Omo en el este del lago Turkana y en la garganta de Olduvai. Parece consensuado que el

Homo habilis representa a la especie más antigua del género *Homo*, siendo un humano bípedo con una capacidad craneana de entre 650 y 750 cm^3, con una bóveda craneana más alta que los australopitecos, frente abombada y parte posterior del cráneo redondeada, cara alta y prognata y dientes similares a los de los humanos actuales.

Aunque Darwin, Camille Arambourg y L.S.B. Leakey habían postulado con anterioridad que el continente africano era la zona más probable del origen de los homínidos, a partir de 1960 la ascendencia de África como cuna de la humanidad sustituyó al paradigma asiático. La persistencia de Leakey en los trabajos de campo realizados en el este de África desde la década de los años treinta, se vieron compensados a partir de 1959 con relevantes hallazgos de homínidos. Además, sus descubrimientos impulsaron las misiones internacionales que se organizaron desde mediados de los años sesenta para realizar excavaciones paleontológicas desde Tanzania al Mar Rojo, incluyendo Kenia y Etiopía.

Otro hallazgo controvertido tendría lugar al final del verano de 1972. Richard Leakey, hijo de Louis, encontró en Koobi Fora (Kenia) un cráneo fragmentado que fue reconstruido y signado con el número 1470 (KNM-ER 1470). Su capacidad craneana se calculó en 800 cm^3, y Richard le atribuyó al género *Homo* y una edad cercana a los tres millones de años. Pero la antigüedad fue cuestionada. La revisión de la datación cronológica del terreno donde se encontró el ER-1470, rebajaría la edad del fósil a menos de dos millones de años. Esto supuso un fuerte apoyo a los que sostenían las tesis de que el *Australopithecus afarensis*, con el ejemplar denominado Lucy, encontrado en 1974, en Hadar (Etiopía), por el equipo de Donald Johanson e Y. Coppens, podía considerarse como un antepasado de la humanidad. Se han encontrado fósiles de *A. afarensis* en Etiopía, Tanzania y Kenia y se caracterizan por un cerebro de tamaño relativamente pequeño, caninos y molares reducidos. Asimismo se cree que llevaban una vida arborícola y podían ser parcialmente bípedos, con una altura de unos 1.5 metros y 45 ki-

logramos de peso. Sus huellas quedaron impresas en un terreno de cenizas volcánicas endurecidas a las que se ha calculado una edad de unos 3.6 millones de años.

Prácticamente contemporáneo con estos hallazgos, en 1976 tendría lugar en España el descubrimiento de una mandíbula humana en la Sima de los Huesos (Atapuerca). Este fue el inicio de uno de los más importantes proyectos de investigación paleoantropológica de nivel internacional, liderado en una primera instancia por Emiliano Aguirre. Sus resultados han dado lugar a una serie de artículos en las revistas especializadas de impacto que han puesto el nombre de Atapuerca en un lugar destacado del mapa paleoantropológico.

A lo largo de la década de los años noventa del siglo pasado hay que referirse a los restos excavados en Dmanisi, Georgia; al hallazgo del *Ardipithecus ramidus* de Etiopía; del *Homo antecessor* de Atapuerca; del *Australopithecus anamensis* de Kenia; del *Australopithecus bahregahzali*, en el Chad, que al excavarse a 2 400 kilómetros de distancia de Etiopía, Kenia y Tanzania, cuestionó la teoría del East Side Story, postulada en 1982 por Yves Coppens. Por último, hay que citar el descubrimiento del *Australopithecus garhi* en Etiopía.

Tras descubrirse en el año 2000 en Kenia el *Orrorin tugenensis* (Millenium Man), tuvieron lugar durante los primeros años del siglo XXI los hallazgos del *Ardipithecus kadabba* en Etiopía, el *Kenyanthropus platyops* en Kenia, el *Sahelanthropus tchadensis* (Toumai) en el Chad, el *Homo sapiens idaltu* en Etiopía y el "Hombre de Flores", en la isla de Flores (Indonesia). Algunos de estos hallazgos y las controversias científicas a las que dieron lugar, han sido recogidos por Gibbons en 2006.

Entre los problemas discutidos en paleontología humana en los últimos tiempos pueden citarse las hipótesis sobre los orígenes de los humanos modernos, sea el Out of Africa o el modelo multirregional, las divergencias entre los modelos Splitting y Lumping de la evolución de los homínidos, según se diversifiquen o se integren especies del género *Homo*, la antigüedad, localización geográfica y

ruta de llegada a Europa del género *Homo*, la singularidad del Hombre de Flores, la posición de *Orrorin* en el árbol genealógico de los homínidos o el nuevo escenario de la teoría del East Side Story.

En sentido general podemos afirmar que en los últimos años ha habido un gran avance en la investigación paleoantropológica que nos sitúa en un marco algo más claro en el desciframiento del enigma del origen de la humanidad, aunque todavía con algunas sombras. Como indica Antonio Rosas, experto en la evolución neandertal, los pitecantropinos se fueron expandiendo por África y Asia hace unos dos millones de años. *Homo erectus*, en el que se han ido concentrado antiguas especies supuestas, se mantuvo en una estasis evolutiva durante un largo periodo y hace un millón de años emergen rasgos característicos de lo que podemos asociar al humano moderno.

Por otro lado, los descubrimientos en la Gran Dolina de Atapuerca en 1997 publicados en la revista *Science*, por el grupo de investigación liderado por Juan Luis Arsuaga, Eudald Carbonell y José María Bermúdez de Castro, supusieron un paso adelante en la comprensión de la evolución o al menos se abrió una nueva explicación evolutiva, con la posibilidad de que la nueva especie encontrada, *Homo antecessor*, fuera el antepasado común de *Homo sapiens* y *Homo neanderthalensis*, retrasando este posible proceso en 400 000 años. Todavía siguen los problemas para explicar bien la ocupación humana de Europa, incluidas las rutas —desde la oriental clásica en varias oleadas hasta la posibilidad de un paso por el estrecho de Gibraltar— y la presencia coetánea de varias especies humanas.

Como señala Antonio Rosas, hace unos 100 000 años convivieron en la Tierra al menos cinco especies humanas (o quizá subespecies), los *sapiens*, los neandertales, los llamados *hobbits* de la isla de Flores en Indonesia (*Homo floresiensis*), los últimos representantes de *Homo erectus* y los conocidos recientemente como *denisovanos*, encontrados en la cueva de Denisova en el Macizo de Altai (Siberia). Bermúdez de Castro postula un proceso de cladogénesis (suceso de bifurcación evolutiva que conduce a una nueva variedad de organismos) en el género *Homo*, en el que las diferentes ramas

evolutivas no tuvieron por qué formarse de manera simultánea, ya que pudieron surgir de un gran centro evolutivo principal en diferentes momentos. Así podríamos encontrarnos con un misterioso antecesor común de al menos los *sapiens*, los denisovanos y los neandertales, en algún lugar todavía desconocido, quizá al este de África o al suroeste de Asia, y con una antigüedad aproximada de un millón de años.

Todavía se complica más el asunto al haber descubierto el análisis del ADN antiguo, técnica perfeccionada por Svante Pääbo, hibridaciones de *sapiens* con neandertales y de estos con denisovanos, que han dejado rastros en las actuales poblaciones humanas, lo que indica una cierta compatibilidad reproductiva. Así se ha encontrado que entre 1 y 4% del total del genoma es idéntico en los neandertales y los europeos modernos y de manera similar se encuentra entre 4 y 6% de secuencia génica denisovana en poblaciones melanesias. En 2018 Pääbo y sus colaboradores han publicado en la revista *Nature* la descripción del genoma de "Denisova 11", que provenía de un individuo que tenía una madre neandertal y un padre denisovano.

Con el análisis de ADN mitocondrial se ha comprobado que la diferencia entre el *Homo sapiens* y el neandertal es de 27 sustituciones o cambios en la secuencia génica de las bases que forman la cadena de ADN, lo que conlleva una supuesta divergencia entre los linajes de *sapiens* y neandertales desde su antepasado común en torno a los 660 000 años. La investigación ha continuado con el análisis del ADN nuclear, cuyo resultado marca una diferencia de solo 83 genes, lo que indica claramente nuestra cercanía evolutiva. Además, el análisis del ADN nuclear de los denisovanos permite afirmar la existencia de un antepasado común de las tres especies humanas en torno a los 600 000 años de antigüedad, debiendo suceder una divergencia entre denisovanos y neandertales hace unos 400 000 años.

Y otro problema: los *sapiens* no eran los únicos en tener un gran cerebro capaz de hacer prácticas "humanas" y tener cultura propia,

ya que los últimos avances en la investigación neandertal demuestran la gran capacidad cultural de esta especie humana. Además estos parientes humanos contaban con algunas ventajas adaptativas para la vida en Europa que luego nos han legado parcialmente en nuestro genoma, lo que desmiente su supuesta inferioridad. Como escribe Antonio Rosas, "un esquema multifactorial en el que intervienen factores como la degradación del hábitat, la competencia ecológica y el desgaste genético del linaje puede explicar mejor su desaparición".

Es evidente que la investigación sobre los orígenes de la humanidad sigue abierta para la ciencia y sin duda seguirá deparándonos muchas sorpresas, tanto por los progresos de la biología como por el aumento del registro fósil.

CRONOLOGÍA

1745	Pierre Louis de Maupertuis, *Venus phisique*
1748	Benoît de Maillet, *Le Telliamed ou Entretiens d'un missionaire français avec un philosophe indien sur la diminution de la mer, la formation de la terre, l'origine de l'homme, etc.*
1749-1788	Georges Louis Leclerc, conde de Buffon, *Histoire naturelle générale et particulière avec la description du Cabinet du Roi*
1751	Pierre Louis de Maupertuis, *Système de la nature*
1778	Buffon, *Époques de la nature*
1794-1796	Erasmus Darwin, *Zoonomia*
1798	Thomas R. Malthus, *An Essay on the Principle of Population*
1806	Charles Bell, *The Anatomy and Philosophy of Expression*
1809	Nacimiento de Charles R. Darwin
	Jean Baptiste Monet, Caballero de Lamarck, *Philosophie zoologique*
	Félix de Azara, *Viajes por la América meridional*
1815	Lamarck, *Histoire naturelle des animaux sans vertèbres*
1817	Georges Cuvier, *Le régne animal distribué d'après son organisation, pour servir de base à l'histoire naturelle des animaux et d'introduction à l'anatomie comparée*
1818	Étienne Geoffroy Saint-Hilaire, *Philosophie anatomique*
1830	Debate en la *Académie des Sciences* entre Georges Cuvier y Étienne Geoffroy Saint-Hilaire
1830-1833	Charles Lyell, *Principles of Geology*
1831	Comienza el viaje de Darwin en el *Beagle*
	Patrick Matthew, *On Naval Timber and Arboriculture*
1832-1834	Visitas de Darwin a la Tierra del Fuego y el estrecho de Magallanes
1833	Encuentro de Darwin con los grandes fósiles en Bahía Blanca

1834-1835 Visita de Darwin al sur de Chile y Chiloé. Terremoto de Concepción
1835 Visita de Darwin a las islas Galápagos, Tahití y Nueva Zelanda
1836 Visita a Australia, islas de coral, Mauricio y fin del viaje del *Beagle*
1837-1838 Primeras notas de Darwin sobre "Transmutación de las especies"
1838-1843 Darwin, *The Zoology of the Voyage of H.M.S. Beagle*
1839 Thomas Burgess, *The Physiology or Mechanism of Blushing*
Narrative of the surveying voyages of His Majesty's ships Adventure *and* Beagle *between the years 1826 and 1836*
1842 Darwin, *The Structure and Distribution of Coral Reefs*
1844 Robert Chambers, *Vestiges of the Natural History of Creation*
1846 Jacques Boucher de Perthes, *Antiquités celtiques et antédiluviennes*
1851-1854 Darwin publica sus trabajos sobre Cirrípedos
1854-1862 Isidore Geoffroy Saint Hilaire, *Histoire naturelle générale des règnes organiques*
1855 Herbert Spencer, *Principles of Psycology*
1856 Descubrimiento de los restos de un hombre primitivo en la cueva Feldhofer en el valle de Neanderthal, en Alemania
1858 Llegada del manuscrito de Alfred R. Wallace, *On the Tendencies of Varieties to Depart lndefinitely from the Original Type*, a Darwin y publicación conjunta de los dos trabajos sobre selección natural en la *Linnean Society* de Lóndres
1859 Darwin, *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*
1860 Debate entre Thomas H. Huxley y el obispo Samuel Wilberforce en la *British Association for the Advancement of Science*
1861 Descubrimiento del *Archaeopteryx lithographica en Alemania*
1862 Darwin, *The Various Contrivances by which Orchids are Fertilised by Insects*
Guillaume-Benjamin Duchenne de Boulogne, *Mécanisme de la physionomie humaine, ou Analyse électro-phisiologique de l'expression des passions applicable à la pratique des arts plastiques*

1863	Charles Lyell, *The Geological Evidences of the Antiquity of Man*
	Thomas H. Huxley, *Evidence as to Man's Place in Nature*
	William King propone como nueva especie la de *Homo neanderthalensis* para los restos de la cueva de Feldhofer, Alemania
1864-1867	Herbert Spencer, *Principles of Biology*
1865	Friedrich Rolle, *Der Mensch, im Lichte der Darwin'sche Lehre*
	John Lubbock, *Pre-historic Times*
	Darwin, *On the Movements and Habits of Climbing Plants*
1866	Gregor Mendel publica su trabajo sobre la herencia en guisantes
	Ernst Haeckel, *Generelle Morphologie der Organismen*
1867	Darwin, *Queries about Expression*
1868	Darwin, *The Variation of Animals and Plants under Domestication*
	Ludwig Büchner, *Sechs Vorlesungen über die Darwin'sche Theorie…*
	Haeckel, *Natürliche Schöpfungsgeschichte*
1869	Francesco Barrago, *L'uomo fatto ad immagine di Dio, fu anche fatto ad immagine della scimmia*
	Louis Lartet descubre el Hombre de Cromagnon, el hombre moderno (*Homo sapiens*) en Dordogne, Francia
	Carl Vogt, discurso presidencial en la apertura de la sesión general del Institut National de Genève
	Francis Galton, *Hereditary Genius*
1871	Darwin, *The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex*
1872	Darwin, *The Expression of the Emotions in Man and Animals*
1874	Haeckel, *Antropogenie*
1875	Darwin, *Insectivorous Plants*
1876	Asa Gray, *Darwiniana*
	Darwin, *The Effects of Cross and Self Fertilisation in the Vegetable Kingdom*
1877	Darwin, *The Different Forms of Flowers on Plants of the Same Species*
1880	Darwin, *The Power of Movement in Plants*
1881	Darwin, *The Formation of Vegetable Mould, through the Action of Worms, with Observations on their Habits*

1882	Muerte de Charles Darwin
1883	George Romanes, *Mental Evolution in Animals*
1885	August Weismann presenta su teoría sobre la continuidad del germoplasma
1886	Spencer, *The Factors of Organic Evolution*
1887	Francis Darwin, *The Life and Letters of Charles Darwin, Including an Autobiographical Chapter*
1889	Galton, *Natural lnheritance*
	Alfred R. Wallace, *Darwinism*
	Hugo de Vries, *Intracellular Pangenesis*
1891	Eugène Dubois descubre el *Pithecanthropus erectus* en Trinil, Java
1894	William Bateson, *Materials for the Study of Variation*
1894-1895	Haeckel, *Sistematische Philogenie*
1899	Haeckel, *Die Welträtsel*
1900	Se produce el redescubrimiento simultáneo de las leyes de Mendel, por tres naturalistas: Hugo de Vries, Carl Correns y Erich von Tschermak
1901-1903	Hugo de Vries, *Die Mutationslehre*
1902	Peter Kropotkin, *Mutual Aid: A Factor of Evolution*
1903	Thomas Hunt Morgan, *Evolution and Adaptation*
1906	Hugo de Vries, *Species and Varieties. Their Origin by Mutation*
1908	Ley de Hardy-Weinberg
1909	Constantin Mereschkowsky introduce el concepto de "simbiogénesis"
	Descubrimiento del *Homo neanderthalensis* en La Ferrasie
1911	Lucien Cuénot introduce el concepto de "preadaptación"
1912	Alfred Wegener presenta su teoría sobre la deriva continental
1919	Thomas Hunt Morgan, *The Psysical Basis of Heredity*
1924	Alexander I. Oparin, *The Origin of Life*
	Raymond Dart descubre el *Australopithecus africanus* en Taung, Sudáfrica
1924-1932	John B.S. Haldane, *A Mathematical Theory of Natural and Artificial Selection*
1926	Thomas Hunt Morgan, *The Theory of the Gene*
1929	Hermann Muller, *The Gene as the Basis of Life*

1930 Ronald A. Fischer, *The Genetical Theory of Natural Selection*
1931 Sewall Wright, *Evolution in Mendelian Populations*
1932 J.B.S. Haldane, *The Causes of Evolution*
1936 Robert Broom descubre restos de *Australopithecus africanus* en Sterkfontein, Sudáfrica
1937 Theodosius Dobzhansky, *Genetics and the Origin of Species*
1939 William T. Astbury, *Protein and Virus Studies in Relation to the Problems of the Gene*
1940 Richard B. Goldschmidt, *The Material Basis of Evolution*
1942 Julian Huxley, *Evolution: The Modern Synthesis*
Ernst Mayr, *Systematics and the Origin of Species*
1944 George G. Simpson, *Tempo and Mode in Evolution*
Erwin Schrödinger, *What is life? The Physical Aspect of the Living Cell*
1947 André Boivin y Roger Vendrely proponen que el ADN transmitía la información a un ácido ribonucleico (ARN) y este lo hacía a la proteína
1950 George L. Stebbins, *Variation and Evolution in Plants*
Descubrimiento en Swartkrans del *Paranthropus robustus*
Ernst Mayr propone integrar todos los grupos humanos dentro de un solo género, *Homo*
1953 Publicación de la estructura de doble hélice del ADN por James Watson y Francis Crick, tras la descripción espectrográfica de Rosalind Franklin (foto 51), publicada en la revista *Nature*
1954 George Gamow propuso un código, llamado entonces *código de diamante*, que publicó en *Nature*
1955 Pierre Teilhard de Chardin, *Le phénomène humaine*
Severo Ochoa y Marianne Grunbergh-Manago descubren la polinucleótido-fosforilasa y junto a los experimentos de Arthur Kornberg y Marshall Warren Nirenberg ponen los cimientos para descifrar el código genético.
1957 Paul Zamecnik descubre el ARN de transferencia (ARNt), confirmado en 1963 por François Chapeville
1958 John Maynard-Smith, *The Theory of Evolution*
Francis Crick, *On Protein Synthesis*

1959 Louis Leaky descubre en Tanzania el *Paranthropus boisei*

1961 François Jacob y Jacques Monod, *Genetic Regulatory Mechanism in the Synthesis of Proteins*

1962 Watson, Crick y Maurice Wilkins reciben el Premio Nobel

1964 William D. Hamilton, *The Genetical Evolution of Social Behaviour*

1968 Motoo Kimura propone la "Neutral Theory of Molecular Evolution"

1970 Theodosius Dobzhansky, *Genetics of the Evolutionary Process*

1972 Niles Eldredge y Stephen Jay Gould proponen la teoría del equilibrio puntuado

Descubrimiento de *Homo rudolfensis* en Kenia por Bernard Ngeneo

1973 Descubierto en Kenia el *Homo habilis* por Kamoya Kimeu

Theodosius Dobzhansky, *Genetic Diversity and Human Equality*

1974 Descubrimiento de "Lucy" (*Australopithecus afarensis*) por Donald Johanson

1975 Edward O. Wilson, *Sociobiology: The New Synthesis*

Hallado en el lago Turkana el *Homo ergaster* por Richard Leakey y Kamoya Kimeu

1976 Richard Dawkins, *The Selfish Gene*

1977 Stephen Jay Gould, *Ontogeny and Philogeny*

T. Dobzhansky, F.J. Ayala, G.L. Stebbins y J. Valentine, *Evolution*

1978 Edward O. Wilson, *On Human Nature*

1980 E. Mayr y W. Provine, *The Evolutionary Synthesis: Perspectives on the Unification of Biology*

1981 Lynn Margulis, *Symbiosis in Cell Evolution*

1983 Motoo Kimura, *The Neutral Theory of Molecular Evolution*

1994 Descubierto en Atapuerca, España, el *Homo antecesor* por Aurora Martín Nájera, y estudiado por el equipo de Eudald Carbonell, Juan Luis Arsuaga y José Mª Bermúdez de Castro

L. Cavalli-Sforza, L.P. Menozzi y A. Piazza, *The History and Geography of Human Genes*

1999 Hallazgo en Dmanisi, Georgia, del *Homo erectus* por Abesalem Vecua

2001-2002	Hallazgo en Chad de *Sahelanthropus tchadensis*
2002	Stephen Jay Gould, *The Structure of Evolutionary Theory*
	Lynn Margulis y Dorion Sagan, *Acquiring Genomes. A Theory of the Origins of Species*
2003	Descubrimiento del *Homo floresiensis* por Peter Brown y Michael Morwood en la isla de Flores, Indonesia
	Secuenciación del genoma humano
2009	Svante Pääbo completa el borrador de la primera versión del genoma del Neandertal
2010	Pääbo y sus colegas publican un informe sobre el análisis de ADN de un hueso de dedo hallado en las cuevas de Denisova, en Siberia, cuyos resultados sugirieron que pertenecía a un miembro extinto del género *Homo* aún no reconocido, bautizado como homínido de Denisova

BIBLIOGRAFÍA

Almaça, Carlos, *O Darwinismo na universidade portuguesa (1865-1890)*, Lisboa, Museu Bocage–Museu Nacional de História Natural, 1999.

Altuna, Carlos, y Martín Ubilla (eds.), *El Prisma de la Evolución. A 140 años de* El origen de las especies, Montevideo, Universidad de la República, 2000.

Álvarez, Raquel, *Sir Francis Galton, padre de la eugenesia*, Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Cuaderno Galileo de Historia de la Ciencia 4, 1985.

——, *Francis Galton. Herencia y eugenesia*, Madrid, Alianza Editorial, 1988.

Andersson, Malte, *Sexual Selection*, Princeton, Princeton University Press, 1994.

Argueta Villamar, Arturo, *El darwinismo en Iberoamérica. Bolivia y México*, Madrid, CSIC–Catarata, 2009.

Arquiola, Elvira, "Darwinismo en la Société d'Anthropologie de Paris", *Clío Médica*, 14(2), 1980, pp. 119-128.

Arsuaga, Juan Luis, *Darwin. El naturalista*, Madrid, Accenture, 2008.

Arsuaga, Juan Luis, e Ignacio Martínez, *La especie elegida*, Madrid, Temas de Hoy, 1998.

Ayala, Francisco J., *Darwin y el Diseño Inteligente: creacionismo, cristianismo y evolución*, Madrid, Alianza Editorial, 2007.

Barahona, Ana, Edna Suárez y Sergio Martínez (comps.), *Filosofía e historia de la biología*, México, UNAM, 2001.

Barlow, Nora (ed.), *The Autobiography of Charles Darwin, 1809-1882, with original omissions restored*, Londres, Collins, 1958.

Barnett, S.A., *Un siglo después de Darwin*, Madrid, Alianza, 1966.

Beccaloni, G., y C.H. Smith (eds.), *Natural Selection and Beyond: The Intellectual Legacy of Alfred Russel Wallace*, Oxford, Oxford University Press, 2008.

Bellés, Xavier, "Les emocions classificades", *Mètode* (Valencia), núm. 60, 2009, pp. 81-85.

Bermúdez de Castro, José María, *El chico de la gran dolina,* Barcelona, Crítica, 2009.

Bertol Domingues, Heloisa, Magali Romero Sá y Thomas Glick (orgs.), *A recepçao do darwinismo no Brasil*, Rio de Janeiro, Fiocruz, 2003.

Bertol Domingues, Heloisa, Magali Romero Sá, Miguel Ángel Puig-Samper y Rosaura Ruiz (orgs.), *Darwinismo, meio ambiente, sociedade*, São Paulo-Rio de Janeiro, Via Lettera–Museu de Astronomia e Ciências Afins, 2009.

Bondí, Roberto, y Antonello La Vergata, *Naturaleza*, México, UNAM, 2017.

Bowler, Peter J., *El eclipse del darwinismo*, Barcelona, Labor, 1985.

——, *Theories of Human Evolution. A Century of Debate*, *1844-1944*, Oxford, Basil Blackwell, 1987.

——, *Charles Darwin. El hombre y su influencia*, Madrid, Alianza, 1995.

Briones, Carlos, Alberto Fernández Soto y José María Bermúdez de Castro, *Orígenes. El universo, la vida, los humanos,* Barcelona, Crítica, 2015.

Browne, Janet, *La historia de* El origen de las especies, Barcelona, Debate, 2006.

——, *Charles Darwin. El viaje*, Valencia, PUV, 2008.

——, *Charles Darwin. El poder del lugar*, Valencia, PUV, 2009.

Buffon, Georges Louis Leclerc, conde de, *Las épocas de la naturaleza*, edición de Antonio Beltrán, Madrid, Alianza, 1997.

Cachón, Vladimir, y Ana Barahona, "La transición de la teoría del equilibrio puntuado hacia una teoría de rango medio", *Asclepio*, LIV(2), 2002, pp. 83-107.

Carbonell, Eudald (coord.), *Homínidos. Las primeras ocupaciones de los continentes*, Barcelona, Ariel, 2011.

Caro Baroja, Julio, *Los fundamentos del pensamiento antropológico moderno*, Madrid, CSIC, 1985.

Castrodeza, Carlos, *La darwinización del mundo*, Barcelona, Herder, 2009.

Cavalli-Sforza, Luigi Luca, y Francesco Cavalli-Sforza, *Quiénes somos. Historia de la diversidad humana*, Barcelona, Crítica, 1994.

Cela Conde, Camilo J., y Francisco J. Ayala, *Evolución humana. El camino hacia nuestra especie*, Madrid, Alianza, 2013.

Chevalier-Skolnikoff, Suzanne, "Facial expression of emotion in nonhuman primates", en Paul Ekman (ed.), *Darwin and Facial Expression. A Century of Research in Review*, Cambridge–Los Altos, Malor Books, 2014, pp. 11-89.

Cohen, Claudine, "La Genèse de Telliamed, Benoît de Maillet et l'histoire naturelle à l'aube des Lumières", tesis de doctorado, París III-Sorbonne Nouvelle, 1989.

Comas, Juan, *Unidad y variedad de la especie humana*, México, UNAM, 1977.

Conry, Ivette, *L'introduction du darwinisme en France au XIXe siècle*, París, Vrin, 1974.

Cortinas, María Noel, "Darwin, la teoría sintética y la biología del desarrollo", en Carlos Altuna y Martín Ubilla (eds.), *El prisma de la evolución. A 140 años de* El origen de las especies, Montevideo, Universidad de la República, 2000, pp. 208-225.

Coyne, Jerry, *Por qué la teoría de la evolución es verdadera*, Barcelona, Crítica, 2009.

Cunchillos, Chomin, "Las principales etapas de la evolución del metabolismo celular. Una aproximación evolucionista al estudio del metabolismo", *Asclepio*, II(2), 2000, pp. 3-26 (número dedicado a Darwin y a Lamarck).

Darwin, Charles, *Las cartas del* Beagle, edición de Frederick Burkhardt, México, Fondo de Cultura Económica, 2014.

Darwin, Charles, y Alfred R. Wallace, *Selección natural: tres fragmentos para la historia*, introducción y traducción de Rosaura Ruiz Gutiérrez y Juan Manuel Rodríguez Caso, Madrid, Catarata, 2009.

Dawkins, Richard, *Evolución*, Madrid, Espasa Calpe, 2009.

De Robertis, Edward, e Y. Sasai, "A common plan for dorsoventral patterning in Bilateria", *Nature,* 380(6569), 7 de marzo de 1996, pp. 37-40.

Desmond, Adrian, y James Moore, *Darwin, the Life of a Tormented Evolutionist*, Nueva York, Norton, 1994.

——, "Introduction", en Charles Darwin, *The Descent of Man*, Londres, Penguin Books, 2004.

Desmond, Adrian, James Moore y Janet Browne, *Charles Darwin*, Barcelona, Herder, 2008.

Domínguez-Rodrigo, M., y Enrique Baquedano, *La cuna de la humanidad*, Madrid, Museo Arqueológico Regional, 2014.

Ekman, Paul (ed.), *Darwin and Facial Expression. A Century of Research in Review*, Cambridge–Los Altos, Malor Books, 2014.

Engels, Eve-Marie, y Thomas F. Glick (eds.), *The Reception of Charles Darwin in Europe*, 2 vols., Londres, Continuum, 2008.

Fichman, Martin, *An Elusive Victorian: The Evolution of Alfred Russel Wallace*, Chicago, University of Chicago Press, 2004.

Fonfría, José, *Wallace. El explorador de la evolución*, Madrid, Nívola, 2003.

Galera, Andrés, "The impact of Lamarck's theory of evolution before Darwin's theory", *Journal of the History of Biology*, 50, 2017, pp. 53-70.

García Barreno, Pedro (ed.), *50 años de ADN. La doble hélice*, Madrid, Espasa, 2003.

García González, Armando, *Darwin desde Darwin*, Madrid, CSIC–Catarata–UNAM–AMC, 2010.

García González, Armando, y Raquel Álvarez Peláez, *En busca de la raza perfecta: eugenesia e higiene en Cuba, 1858-1958*, Madrid, CSIC, 1999.

García González, Armando, y Miguel Ángel Puig-Samper, "Darwin y FitzRoy, un trabajo conjunto en la expedición del *Beagle* sobre las misiones y el estado moral del hombre primitivo", en Miguel Ángel Puig-Samper, Francisco Orrego, Rosaura Ruiz y J. Alfredo Uribe (eds.), *"Yammerschuner". Darwin y la darwinización en Europa y América Latina*, Madrid–México–Santiago de Chile, Doce Calles–UNAM–Dibam, 2014, pp. 39-67.

Girón, Álvaro, *Evolucionismo y anarquismo en España, 1882-1914*, Madrid, CSIC, Cuaderno Galileo de Historia de la Ciencia 15, 1996.

——, "Kropotkin between Lamarck and Darwin: The impossible synthesis", *Asclepio*, LV(1), 2003, pp. 189-213.

——, *En la mesa con Darwin. Evolución y revolución en el movimiento libertario en España (1869-1914)*, Madrid, CSIC, 2005.

——, "Darwinismo social", en *Historia, medicina y ciencia en torno a Darwin*, Madrid, Fundación de Ciencias de la Salud, 2008, pp. 107-123.

Glick, Thomas F., *Darwin en España*, Barcelona, Ediciones Península, 1982.

—— (ed.), *The Comparative Reception of Darwinism*, 2ª ed., Austin, University of Texas Press, 1974; University of Chicago Press, 1988.

Glick, Thomas, Rosaura Ruiz y Miguel Ángel Puig-Samper (eds.), *El darwinismo en España e Iberoamérica*, Madrid, CSIC–Doce Calles–UNAM, 1999.

Glick, Thomas, Miguel Ángel Puig-Samper y Rosaura Ruiz (eds.), *The Reception of Darwinism in the Iberian World*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 2001.

Glick, Thomas F., y Elinor Shaffer (eds.), *The Literary and Cultural Reception of Charles Darwin in Europe*, 2 vols., Londres, Bloomsbury Academy, 2014.

Gomis Blanco, Alberto, y Jaume Josa Llorca, *Bibliografía crítica ilustrada de las obras de Darwin en España (1857-2005),* Madrid, CSIC, 2007.

Gould, Stephen Jay, *La falsa medida del hombre*, Barcelona, Crítica, 1996.

——, *La estructura de la evolución*, Barcelona, Tusquets Editores, 2004.

Greene, John C., *Darwin and the Modern World View*, Baton Rouge, Louisiana State University Press, 1961.

Harley, Suzanne M., "Charles Darwin's botanical investigations", *The American Biology Teacher*, 72(2), pp. 77-81.

Harris, Marvin, *El desarrollo de la teoría antropológica*, Madrid, Siglo XXI, 1978.

Hawkins, Mike, *Social Darwinism in European and American Thought, 1860-1945*, Cambridge, Cambridge University Press, 1997.

Hess, Ursula, y Pascal Thibault, "Darwin and emotion expression", *American Psychologist*, 64(2), 2009, pp. 120-128.

Hopper, Stephen D., y Hans Lambers, "Darwin as a plant scientist: A Southern hemisphere perspective", *Trends in Plant Science*, 14(8), pp. 421-435.

Jahn, Ilse, Rölf Lother y Konrad Senglaub, *Historia de la biología*, Barcelona, Labor, 1989.

Koh, Oonee, "La incorporación del darwinismo en la cultura cívica de Occidente y Oriente. Un estudio comparado de España y Corea del Sur", tesis de doctorado, Universidad de Salamanca, 2017.

Kropotkin, Piotr, *La selección natural y el apoyo mutuo*, introducción histórica de Álvaro Girón, Madrid, CSIC–Catarata, 2009.

La Vergata, Antonello, *L'evoluzione biologica: da Linneo a Darwin*, Turín, Loescher Editore, Storia Della scienza 10, collana directa da Paolo Srossi, 1979.

——, "Images of Darwin: A historiographic overview", en David Kohn (ed.), *The Darwinian Heritage*, Princeton, Princeton University Press, 1985, pp. 901-972.

Lagerkvist, Ulf, *DNA Pioneers and their Legacy*, New Haven, Yale University Press, 1998.

Lalueza-Fox, Carles *et al.*, *Genes de Neandertal*, Madrid, Síntesis, 2005.

Lamarck, Jean-Baptiste, *Filosofía zoológica*, introducción de Andrés Galera, Madrid, La Oveja Roja, 2017.

Larson, Edward, *Evolución. La asombrosa historia de una teoría científica*, Barcelona, Debate, 2006.

Leakey, Richard, y R. Levin, *Nuestros orígenes. En busca de lo que nos hace humanos*, Barcelona, Crítica, 2015.

Llorente, Jorge, Rosaura Ruiz, Graciela Zamudio y Ricardo Noguera (comps.), *Fundamentos históricos de la biología*, México, UNAM, 2008.

Maddox, Brenda, *Rosalind Franklin. The Dark Lady of DNA*, Nueva York, Haper Collins, 2002.

Margulis, Lynn, *Planeta simbiótico. Un nuevo punto de vista sobre la evolución*, Madrid, Debate, 2002.

Margulis, Lynn, y Dorion Sagan, *Microcosmos. Cuatro mil millones de años de evolución desde nuestros ancestros microbianos*, Barcelona, Tusquets Editores, 1995.

——, *¿Qué es la vida?*, prólogo de Niles Eldredge, Barcelona, Tusquets, 1996.

——, *Captando genomas. Una teoría sobre las especies*, prólogo de Ernst Mayr, Barcelona, Kairós, 2002.

Martínez Contreras, J., y A. Ponce de León (eds.), *Darwin y el evolucionismo contemporáneo*, México, Siglo XXI–Universidad Veracruzana, 2012.

Mayr, Ernst, *The Growth of Biological Thought: Diversity, Evolution and Inheritance*, Cambridge, Harvard University Press, 1982.

Mendel, Gregor, Hugo de Vries, Karl Correns y Erich Tschermark, *Cuatro estudios sobre genética*, Buenos Aires, Emecé Editores, 1946.

Monod, Jacques, *El azar y la necesidad. Ensayo sobre la filosofía natural de la biología moderna*, Barcelona, Tusquets, 1983.

Moorehead, Alan, *Darwin: la expedición en el* Beagle, Barcelona, Ediciones del Serbal, 1980.

Morange, Michel, *A History of Molecular Biology*, Cambridge, Harvard University Press, 2000.

Moreno, Juan, *Los retos actuales del darwinismo. ¿Una teoría en crisis?*, Madrid, Síntesis, 2008.

——, *Evolución por selección sexual según Darwin. La vigencia de una idea*, Madrid, Síntesis, 2013.

Moreno de los Arcos, Roberto, *La polémica del darwinismo en México*, México, UNAM, 1984.

Needham, Joseph, *La gran titulación. Ciencia y sociedad en Oriente y Occidente*, Madrid, Alianza, 1977.

Noguera Solano, Ricardo, y Rosaura Ruiz Gutiérrez, "Pangénesis y vitalismo científico", *Asclepio*, vol. LVII (1), 2005, pp. 219-236.

——, "La tinta invisible: Darwin y la fuerza de la herencia", *Arbor*, CLXXXII(718), marzo-abril de 2006, pp. 206-217.

Núñez, Diego, *El darwinismo en España*, Madrid, Castalia, 1977.

Núñez-Farfán, Juan, y Luis E. Eguiarte (comps.), *La evolución biológica*, México, UNAM, 1999.

Olby, R.C., "Charles Darwin's manuscript of pangenesis", *The British Journal for the History of Science*, I(3), 1963, pp. 250-263.

Ornduff, Robert, "Darwin's Botany", *Taxon* 33 (1), pp. 39-47, 1984.

Pääbo, Svante, *El hombre de Neandertal: en busca de genomas perdidos*, Madrid, Alianza, 2015.

Palma, Héctor, *Gobernar es seleccionar. Apuntes sobre la eugenesia*, Buenos Aires, Jorge Beduino Ediciones, 2002.

Papp, Desiderio, *Darwin. La aventura de un espíritu*, Madrid, Espasa-Calpe, 1983.

Pelayo, Francisco, *Del diluvio al megaterio*, Madrid, CSIC, Cuaderno Galileo de Historia de la Ciencia 16, 1996.

——, *Ciencia y creencia en España durante el siglo XIX,* Madrid, CSIC, Cuaderno Galileo de Historia de la Ciencia, 20, 1999.

——, *Darwin. De la creación a la evolución*, Madrid, Nívola, 2001.

Pereira, Ana Leonor, *Darwin em Portugal: filosofía, história, engenharia social (1865-1914)*, Coimbra, Livraria Almedina, 2001.

Pereira, Ana Leonor, João Rui Pita y Pedro R. Fonseca (eds.), *Darwin, Evolution, Evolutionisms*, Coimbra, Universidade de Coimbra, 2011.

Peset, José Luis, *Ciencia y marginación*, Barcelona, Grijalbo, 1983.

Pinar, Susana, *De Dios y Ciencia. La evolución de Francisco J. Ayala*, Madrid, Alianza, 2016.

Prodger, Phillip, *Darwin's Camera. Art and Photography in the Theory of Evolution*, Oxford, Oxford University Press, 2009.

Provine, W.B., *The Origins of Theoretical Populations Genetics*, Chicago, University of Chicago Press, 1971.

Pruna, Pedro M., y Armando García González, *Darwinismo y sociedad en Cuba. Siglo XIX*, Madrid, CSIC, 1989.

Puig-Samper, Miguel Ángel, *Darwinismo y antropología en el siglo XIX*, Madrid, Akal (49), 1994.

——, *Fray Tomás de Berlanga, el obispo descubridor de las islas Galápagos*, edición facsimilar, Madrid, Doce Calles, 2015.

Puig-Samper, Miguel Ángel, Rosaura Ruiz y Andrés Galera (eds.), *Evolucionismo y cultura*, Madrid, Doce Calles–Editora Regional de Extremadura–UNAM, 2002.

Puig-Samper, Miguel Ángel, Francisco Orrego, Rosaura Ruiz y J. Alfredo Uribe (eds.), *"Yammerschuner". Darwin y la darwinización en Europa y América Latina*, Madrid–México–Santiago de Chile, Doce Calles–UNAM–Dibam, 2014.

Puig-Samper, Miguel Ángel, Armando García González y Francisco Pelayo, "La polémica evolucionista en España durante el siglo XIX: una revisión", *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, 24(3), 2017, pp. 585-601.

Puig-Samper, Miguel Ángel, Alejandra Golcman y Consuelo Naranjo Orovio, "Charles Darwin y la expresión de las emociones", en Marcos Sarmiento, María del Carmen Naranjo, María José Betancor y José Alfredo Uribe, *Reflexiones sobre darwinismo desde las Islas Canarias*, Madrid, Doce Calles, 2019 (en prensa).

Restrepo Forero, Olga, y Diego Becerra Ardila, "El darwinismo en Colombia. Naturaleza y sociedad en el discurso de la ciencia", *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 19, 1995, pp. 547-568.

Rodríguez Caso, Juan Manuel, "Anthropology in Transition: A Study of the Sciences of Man at the British Association for the Advancement of Science, 1866-1870", The University of Leeds Centre for the History and Philosophy of Science, 2014.

Rodríguez Caso, Juan Manuel, Rosaura Ruiz, Celia Oliver y César Abarca (coords.), *Alfred R. Wallace, a cien años de su muerte*, México, UNAM, 2015.

Rosas, Antonio, *Los neandertales*, Madrid, CSIC–Catarata, 2010.

——, *Los primeros homininos. Paleontología humana*, Madrid, CSIC–Catarata, 2015.

——, *La evolución del género* Homo, Madrid, CSIC–Catarata, 2016.

Ruiz, Rosaura, *Positivismo y evolución: introducción del darwinismo en México*, México, UNAM, 1987.

Ruiz, Rosaura, y Francisco J. Ayala, *De Darwin al DNA y el origen de la humanidad: la evolución y sus polémicas,* UNAM–FCE, 2002.

Ruiz, Rosaura, Miguel Ángel Puig-Samper y Graciela Zamudio (eds.), *Darwinismo, biología y sociedad,* México–Madrid, UNAM–Doce Calles, 2013.

Ruse, Michael, *La revolución darwinista,* Madrid, Alianza Editorial, 1983.

——, *Tomándose a Darwin en serio: implicaciones filosóficas del darwinismo*, Barcelona, Salvat, 1987.

——, *El misterio de los misterios: ¿es la evolución una construcción social?*, Barcelona, Tusquets, 2001.

Sarukhán, José, *Las musas de Darwin*, México, Fondo de Cultura Económica, 1988.

Sayre, Anne, *Rosalind Franklin and DNA*, Nueva York, Norton Library, 1975.

Secord, James A., *Victorian Sensation. The Extraordinary Publication, Reception, and Secret Authorship of* Vestiges of the Natural History of Creation, Chicago, University of Chicago Press, 2001.

Sevilla, Ana, y Elisa Sevilla, "Knowledge production in non-European spaces of modernity: The Society of Jesus and the circulation of Darwinian ideas in postcolonial Ecuador, 1860-1890", *International Studies in the Philosophy of Science*, 2015, 29(3), pp. 233-250.

Shimao, Eikoh, "Darwinism in Japan, 1877-1927", *Annals of Science*, 38(1), 1981, pp. 93-102.

Stepan, Nancy Leys, *The Hour of Eugenics*, Ithaca, Cornell University Press, 1991.

Stoltzfus, Arlin, "Mendelian-mutationism: The forgotten evolutionary synthesis", *Journal of the History of Biology*, 47, 2014, pp. 501-546.

Stringer, Ch., y P. Andrews, *La evolución humana,* Madrid, Akal, 2005.

Suárez y López Guazo, Laura, *Eugenesia y racismo en México*, México, UNAM, 2005.

Templado, Joaquín, *Historia de las teorías evolucionistas*, Madrid, Alhambra, 1982.

Todes, Daniel P., "Darwin's Malthusian metaphor and Russian evolution-

ary thought, 1859-1917", *Isis*, 78(4), diciembre de 1987, pp. 537-551.

Tort, Patrick (dir.), *Dictionnaire du darwinisme et de l'évolution*, 3 vols., París, PUF, 1996.

Vallejo, Gustavo, y Marisa Miranda (coords.), *Darwinismo social y eugenesia*, Buenos Aires, Siglo XXI, 2005.

Vallejo, Gustavo, y Marisa Miranda (dirs.), *Derivas de Darwin. Cultura y política en clave biológica*, Buenos Aires, Siglo XXI, 2010.

Vallejo, Gustavo, Marisa Miranda, Rosaura Ruiz Gutiérrez y Miguel Ángel Puig-Samper, *Darwin y el darwinismo al sur del sur*, Madrid, Doce Calles–Conicet–UNAM, 2018.

Valpuesta, José María, *A la búsqueda del secreto de la vida*, Madrid, Hélice–CSIC, 2008.

Villarreal, César, y Guillermina Itzel de Gracia, "La recepción inicial del darwinismo por el Panamá decimonónico: una respuesta paradójica", *Societas. Revista de Ciencias Sociales y Humanísticas,* 19(2), pp. 107-147.

Young, Robert M., *Darwin's Metaphor: Nature's Place in Victorian Culture*, Cambridge, Cambridge University Press, 1985.

Yu, Xiaobo, "Chinese paleontology and the reception of Darwinism in early twentieth century", *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 66 (2017), pp. 46-54.

ENLACES SUGERIDOS

Toda la obra de Charles Darwin, en <http://darwin-online.org.uk/>.
La correspondencia de Darwin, en <www.darwinproject.ac.uk>.
La obra de Alfred R. Wallace, en <http://wallace-online.org/>.

OBRAS DE DARWIN Y FITZ ROY EN ESPAÑOL

Biblioteca Darwiniana de Editorial Los Libros de la Catarata, Madrid

La estructura y distribución de los arrecifes de coral. Primera parte del viaje geológico del Beagle, 2006.

La variación de los animales y las plantas bajo domesticación, traducción de

Armando García González. "Premio Nacional de Edición Universitaria a la mejor traducción" (2 vols.), 2008.
Plantas insectívoras, 2008.
Las distintas formas de las flores en plantas de la misma especie, 2009.
El origen de las especies por medio de la selección natural, introducción de Francisco J. Ayala, 2009.
Selección natural: tres fragmentos para la historia, Charles Darwin, Alfred Russel Wallace, introducción y traducción de Rosaura Ruiz Gutiérrez y Juan Manuel Rodríguez Caso, 2009.
Los movimientos y hábitos de las plantas trepadoras, introducción y traducción de Susana Pinar, 2009.
La formación del mantillo vegetal, por la acción de las lombrices, con observaciones sobre sus hábitos, introducción, traducción y notas de Carlos Fragoso, 2011.
Observaciones geológicas en América del Sur, edición de Rafael Sagredo Baeza; introducción de Rafael Sagredo Baeza y Francisco Hervé Allamand, traducción de María Teresa Escobar, 2011.
Correspondencia de Charles Darwin, editada por su hijo Francis Darwin y Albert C. Seward (2 vols.), 2012.
Viajes del Adventure *y el* Beagle, *Diario*, 2 vols., Robert Fitz Roy (introducción y traducción de Armando García González), 2013.

Biblioteca Darwin, Editorial Laetoli, Pamplona
Autobiografía, introducción de Martí Domínguez, 2008.
La fecundación de las orquídeas, traducción de Carmen Pastor, 2008.
Las formas de las flores, traducción de Carmen Pastor, introducción de Martí Domínguez, prólogo de Jorge Wagensberg, 2009.
Plantas carnívoras, traducción e introducción de Joandomènec Ros, 2009.
La expresión de las emociones, introducción y traducción de Xavier Bellés, prólogo de Jesús Mosterín, 2009.
Plantas trepadoras, prólogo de Eudald Carbonell, traducción e introducción de José-Pío Beltrán, 2011.
Mi abuelo Erasmus, 2012.

Editorial Espasa, Barcelona
El origen de las especies, traductor Antonio de Zulueta, edición de Jaume Josa i Llorca, 1998-2009.

El origen del hombre, traducción y edición de Joandomènec Ros, 2008.
Diario del viaje de un naturalista alrededor del mundo, traducción de Juan Mateos, 2003 y 2008.

Editorial Crítica, Barcelona
La teoría de la evolución de las especies, Charles Darwin y Alfred R. Wallace. Joan Lluis Riera y Fernando Pardos, editores, 2006.
El origen del hombre, edición de Joandomènec Ros, 2009.

Alianza Editorial, Madrid
Autobiografía, 2 vols., traducción de Aaron Cohen y María Teresa Torre, 197, 1993.
El origen de las especies, traducción de Antonio de Zulueta, prólogo de Francisco José Ayala, 2009.

Historia mínima del evolucionismo
se terminó de imprimir en octubre de 2019,
en los talleres de Gráfica Premier, S.A. de C.V.,
Calle 5 de febrero 2309, Col. San Jerónimo Chicahualco,
52170, Metepec, Estado de México.
Portada: Pablo Reyna.
Composición tipográfica y formación: Socorro Gutiérrez.
Cuidó la edición Antonio Bolívar.
La edición consta de 1 000 ejemplares.

La publicación de la teoría de Charles Darwin supuso un antes y un después en el estudio de la vida en nuestro planeta. ¿De dónde venimos?, ¿cómo hemos llegado hasta aquí? Sin embargo, este tipo de preguntas no fueron respondidas sólo por Charles Darwin, sino también por autores que lo antecedieron, como Jean-Baptiste Lamarck, por coetáneos, como Herbert Spencer, figura central en la formulación del llamado darwinismo social, y por otros que dieron continuidad a las tesis de Darwin o que, discutiendo con ellas, resultan fundamentales para entender la historia de la teoría evolutiva, de su recepción y de su difusión a escala global.

Estos asuntos son abordados en este libro junto a una explicación de los aportes de la moderna genética y, sobre todo, del significado del descubrimiento de la molécula del ADN, en tanto jalones del avance revolucionario de la teoría evolutiva. Autores, hallazgos científicos, discusiones y polémicas se entrecruzan en un relato que reconstruye la historia del evolucionismo y su enorme impacto en las formas de pensar y entender el mundo.

Open Access

EL COLEGIO DE MÉXICO

ISBN: 978-607-628-927-3

Historia M·Í·N·I·M·A